11744.1

~~18273~~ ~~A. 227~~
App. mil. Meyer
213

Digitized by Google

11744.

Digitized by Google

Digitized by Google

C. 1582
11744

Lehrbuch

der

Pyrotechnik.

Von

Dr. Moritz Meyer,
vormals Königl. Preuß. Hauptmann im Kriegs-Ministerio.

Vollendetes Manuscript aus seinem Nachlasse.

Herausgegeben

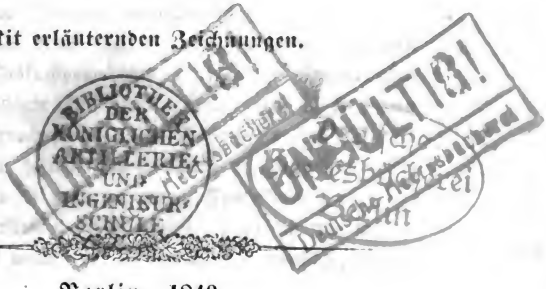
und

mit einem Nachtrage versehen

von

C. Hoffmann,
Hauptmann in der Königl. Preuß. Artillerie, und Mitglied der Artillerie-Prüfungs-Commission.

Mit erläuternden Zeichnungen.



Berlin, 1840.
Verlag von Carl Heymann.

Digitized by Google

Bayerische
Staats-
Bibliothek
München

Digitized by Google

Bayerische Staats-Bibliothek München

Vorwort.

Es sind mir in den letztverflossenen Jahren mehrfach Höchst und hochverehrte so wie freundliche Anforderungen geworden, meine militairisch technischen Arbeiten aus ihrer Vereinzelung in ein Ganzes zu sammeln. Diese Arbeiten sind aber theils polemischen, theils kritischen, theils dogmatischen Inhaltes, und es würde schwer sein, sie in ein Harmonisches umzuschmelzen. Auch konnte ich es nicht über mich gewinnen, alles Beschriebene, nun schon Bekannte blos zu wiederholen. Durch das Interesse, was seit der Zeit des Erscheinens der ersten Schriften die Militairtechnik und namentlich die chemische Seite desselben gewonnen hat, ist der Leser nicht mehr der frühere, sein Bedürfniß ist ein anderes geworden; er befindet sich auf einem nicht mehr elementaren Standpunkte, und fordert ein tieferes Eingehn auf das Neue, da ihm das Bisherige vertraut ist.

Auch ich habe durch vielfache von den ersten Schriften hervorgerufene Diskussionen und ausgedehnte Erfahrungen über Manches andere Ansichten erhalten als sie in jenen Schriften ausgesprochen sind; das Vereinzelte hat sich mir mehr zum Ganzen gefügt, und so konnte ich denn aus mehrfachen Gründen mich nicht zu einem Kompiliren jener älteren Schriften verstehen. Ich mußte, wenn ich mit meiner Schlußarbeit, als welche ich die vorliegende betrachte, hervor treten wollte, ein systematisch Geordnetes, von jeder Lokalität Gelöstes, von allen in den verschiedenen Artillerien und

Digitized by Google

militärisch technischen Anstalten sanktionirten Vorurtheilen Geläutertes, darbringen, wenn ich neues Interesse erwarten und meinen Bestrebungen durchgreifenden und nachhaltigen Nutzen sichern wollte.

Und so entstand das vorliegende möglichst zusammengedrängte Lehrbuch der Pyrotechnik, das meine eigenthümlichen Ansichten über die Gestalt entwickelt, welche dieser Zweig der Artilleriewissenschaft in der wirklichen Ausführung erhalten muß, wenn er den jetzigen Anforderungen entsprechen soll. Ich habe aus dem Bestehenden das Beste herausgenommen, das übrige weggelassen, vom Meinigen so viel zugelegt als ich es durch Erfahrung für brauchbar erkannt, und diesem Conglomerat eine geregelte Unterlage gegeben, wodurch es vielfach übersichtlich, und zu ferneren Fortschritten vorbereitet wird.

Ich habe mich dabei ganz in mein System abgeschlossen und Dinge, welche nur in den bisher bestandenen Einrichtungen ihre Begründung fanden, beseitigt, wenn jene begründende Einrichtung aufhörte. Ich habe mir zwar im Allgemeinen bekannte Begriffe der Vollständigkeit wegen, und um Anzugehöriges davon zu trennen, definirt, doch schrieb ich deshalb nicht etwa für Anfänger, sondern für den, der die gewöhnlichen artilleristischen Studien beendet.

Das in vorliegender Schrift entworfene System macht keinen Anspruch darauf, das Bestehende zu verdrängen, es möge aber als ein Bestreben gelten, das Höchste in seiner Art, losgelöst von jeder Lokalität und jedem zeitlichen Vorurtheil zu erreichen, und den Weg zu zeigen, den man später oder früher gehn wird.

Digitized by Google

Uebersicht des Inhalts.

	Seitenzahl von bis
Einleitung.	
Die Ausführung der militärisch technischen Arbeiten im Allgemeinen	1—13
A) Personal	1
B) Etablissements	6
C) Arbeitsmodus	9
D) Genauigkeit der Arbeit	11
Die in den Feuerwaffen wirksame Kraft	14—16
I. Die Verbrennung in Sauerstoff	16
A. Sauerstofflieferer	16—52
a) Salpetersaure Salze	18
Das salpetersaure Kali	18
Eigenschaften	20
Gewinnung	25
Läuterung	36
Spezielles Verfahren des Ausziehens und Läuterns	42
Das salpetersaure Natrum	48
Der salpetersaure Baryt / Der salpetersaure Strontian	49
b) Chlorsaure Salze	50
Das chlorsaure Kali	51
B. Die Verbrenner	52
a) Schwefel	52
b) Kohlenstoff und Wasserstoff in ihrer Verbindung in der vegetabilischen Substanz	59
c) Die unzersetzten Vegetabilien	64
d) Aetherische Oele	66
e) Die zersetzten faserigen Vegetabilien (Pulverkohle)	67

Digitized by Google

Seitenzahl von bis

III. Verbrennung in Sauerstoff und Chlor . . 78—79

A. Der Sauerstoff und Chlorlieferer . . .
B. Die Verbrenner . . . . . } 78
Das Schwefelantimon . . . . . .

III. Die brennbaren Mengungen . . . . . 79—160

Allgemeine Gesetze für die Mengungen . . 80

Grundmengungen 82

Sauerstofflieferer 82
Verbrenner . . . . . } 83
Schwefel . . . . . }
Kohle 84
Kohle und Schwefel 85
Unzersetzte Vegetabilien 86
Schwefelantimon 89

Eigenschaften jeder Grundmengung . . . . 89—101

Die Mengungen mit Schwefel 89
Die Mengungen mit Schwefel und Kohle . . 93
Die Mengungen mit zerlegten Vegetabilien . 98
Die Mengungen mit Schwefelantimon 101

Anwendungen der Grundmengungen . . . 102—110

Zwecke, welche zu erfüllen sind . . . .
Art der Erfüllung mit gegebenen Mischungen . } 102
A. Erzeugung von Treibkraft . . .
a) Heftigste Treibkraft . . . . .
b) Längere Zeit anhaltende Treibkraft .
α) Ohne Rücksicht auf die Farbe der } 103
Flamme . . . . . .
β) Mit Berücksichtigung der Farbe der
Flamme. 104
B. Längeres Brennen ohne Bedingung
von Treibkraft 105
C. Erzeugung von Licht . . . . .
a) Hellstes, weißes zur Beleuchtung . . } 106
b) Buntes Licht . . . . . .
D. Erzeugung einer Flamme zum Zünden der Vegetabilien 108
E. Erzeugung unathembarer Luft .
F. Entzündung von obigen Mengungen ohne glühenden Körper . . } 109
Uebersicht 110

Bereitung der Mengungen . . . . . 111—160

A. Pulverfabrikation . . . . . } 112
Die Bereitung des Schießpulvers . }

Digitized by Google

	Seitenzahl von	bis
a) Der chemische Theil		114
b) Mechanischer Theil		121
Die Maschinen und Werkstätten im Allgemeinen		127
Die einzelnen Arbeitsabschnitte		131
Das Abwägen		131
Kleinen und Mengen		132
Zusammendrücken		135
Körnen		139
Das Poliren		142
Das Trocknen		144
Das Sortiren		145
Behandlung des Staubes		146
Uebersicht		147
Benutzen verdorbenen Pulvers		148
Aufbewahren des Pulvers		150
Probiren des Pulvers		153
Die Bereitung der eigentlichen Sätze		
Mengen		158
Verdichten		160
Zusammengesetzte Munition		165—211
I. Ladungen		
a) Die Kugel- und Granatspiegel		165
b) Die Geschützladungen		
c) Die Ladungen für die Handfeuerwaffen		167
		172
II. Geschosse und Feuerwerkskörper		
a) Die Zünder der Hohlgeschosse		175
α) Metallene Zünder zum Tempiren in Granatkartätschen mit einem Füllloch		178
β) Metallene Zünder für Feldgeschosse		
γ) Hölzerne Zünder für den Festungskrieg		180
b) Das Füllen der Hohlgeschosse		181
c) Beleuchten		182
d) Brandkörper		184
e) Stankkugeln		
f) Signalfeuer		186
g) Die Rakete		188
III. Zünden der Ladungen		
a) Lunte		198
b) Zündlicht		
c) Schlagröhren, Stoppinen		204
d) Perkussionszündung		205
α) Fürs Geschütz		207
I) Schlagzündungen		208

Digitized by Google

	Seitenzahl von bis
2) Friktionszündungen	209
3) Schwefelsäurezündungen	210
β) Perkussionszündung für die Handfeuerwaffe	211
Anhang (Bemerkungen des Herausgebers)	213
Schlußbemerkung	224
Erklärung der Zeichnungen	225

Digitized by Google

Einleitung.

Die Ausführung der militärisch-technischen Arbeiten im Allgemeinen.

A. Personal.

Die Militärtechnik bildet eine Wissenschaft für sich, denn wenn sie auch nur ein Zweig der allgemeinen Technik ist, so streift sie doch in die meisten Gebiete derselben tief hinein, und bildet in jedem derselben ein eignes, wichtiges, oft von den allgemeinen Beziehungen gelöstes Gebiet; ja sie hat ihre ganz eigenthümlichen Disciplinen, welche nur sie versteht und fordert. Kein Techniker bedarf einer so ausgedehnten Kenntniß als der militärische, und doch ist diese Kenntniß dem wirklichen Militär nur eine untergeordnete.

Daraus werden die Hindernisse, welchen man bei höherer Ausbildung der Militärtechnik bei jedem Schritte begegnet, erklärlich. Das Schwierigste soll nebenbei geleistet werden.

Hat man diesen eigenthümlichen Uebelstand erst erkannt, so ergiebt sich auch zugleich der Standpunkt von dem aus das Ganze zu ordnen ist.

Wenn die Militärtechnik das Höchste leisten soll, so muß sie selbstständig auftreten, und der Gegenstand ausschließlicher Bemühung derer werden, die sich ihr aus Neigung oder anderen Interessen hingeben. Es muß für sie ihrer besonderen Schwierigkeit wegen das beste an Arbeitsintelligenz und Arbeitsmitteln aufgeboten, und das Ganze mit Rücksicht mehr auf die technische Anordnung, als auf bestehende militärische Gewohnheiten in Unterabtheilungen ge-

Digitized by Google

bracht werden, aber dadurch daß die obere Leitung des großen Ganzen in eine Hand gegeben wird, wieder Harmonie und Verband in die einzelnen Theile kommen.

In dieser allgemeinen Anordnung, so wie in der Detailausführung löse man sich zuvörderst vor jeder in der Armee herkömlichen Ansicht, wenn nicht dafür ein haltbarer Grund vorhanden ist. — Die Gewerbe haben durch die in den geschlossenen streng gesonderten Zünften vom Meister auf den Lehrling übertragene Geheimnisse und Kunstgriffe den Fortschritten, welche eine unbefangene wissenschaftliche Beleuchtung ihnen hätte sichern können, lange Zeit hindurch undurchdringliche Schranken entgegenstellt. Die Bewegung der Zeit und die drängende Noth stürzte jene Schranken. Der noch von keinem Vorurtheil Geblendete fand Eintritt, er übersah klar, was auf richtige Principien begründet war, was nicht. Er verwarf schonungslos, und ohne Rücksicht auf die Heiligung des Irrthums durch die Zeit, was sonst durch nichts begründet war; er entkleidete das Wahre was er fand von der Umhüllung, welche ihm das Ohngefähr gegeben, das die freie Entwicklung hemmte, und die richtigen Wirkungen theilweise wieder aufhob. Die aus diesem Walten der Wissenschaft in den Gewerben in den letzten Jahrzehnten hervorgegangenen Fortschritte der Technik, kann selbst der befangenste Vertheidiger des Alterthümlichen und der Conservation nicht läugnen.

Die Büchsenmeister, Pulvermacher, Stückgießer waren von allen Gewerksleuten die Geheimnißvollsten, Befangensten. In ihr Wissen flocht sich noch überdies der hemmende Wahn der brütenden Alchymie; als sie später nicht mehr freie Gewerbsleute sondern Diener der Kriegsherren wurden, war ihnen das selbstständige Fortschreiten genommen; sie unterlagen dem Willen des Oberen und das geringe Wissen der Kriegsleute, die ihnen vorgesetzt waren, ließ das freie Entwickeln einer genialen Ansicht nur selten gewähren.

Selbst jetzt noch wird das Ergründen der Einrichtungen und die Durchführung neuer Ansichten in der Militärtechnik viel schwieriger als in irgend einem andern Gebiete. Theils ist hier die Heimlichkeit des Bestehenden ein Schleier, durch den man nur unsicher hindurchblickt, von der sich die freie Regung hemmend um den eignen Gedanken schlingt, theils fluten in diesem Gebiete, an dem Jeder Theil zu haben glaubt, das Jeden nicht Eingeweihten so leicht zugänglich und übersichtlich erscheint die Anregungen zu neuen Einrichtungen von allen Seiten herbei. Selbst die besseren

Digitized by Google

Ideen, nur auf Versuche im Kleinen fußend, bewähren sich nicht augenblicklich und ohne weitere Bemühung im Großen, das vertraut gewordene, liebgewonnene Vorhandene, und die vielfach eingreifende Veränderung, welche neue Einrichtungen im Bestehenden mit sich führen, bestechen besonders die älteren und daher auch gebietenderen Beurtheiler gegen das wenige Neue, das alle Mühseligkeiten eines praktischen Versuchs glücklich überwunden hat, und so befestigen sich vorgefaßte Meinungen auf der Seite der Beurtheiler trotz dem guten Willen und den drängenden Forderungen der Zeit, es werden gewisse Bedingungen in der öffentlichen Meinung unabweislich, es verwachsen unzweckmäßige ja nachtheilige Gestaltungen mit edleren Theilen des Heeres, und nur ein plötzliches gewaltsames Zusammenfallen des Bestehenden oder ein langer mit Resignation zur Geduld geführter Kampf gewinnt auch hier der Wahrheit die Ehre.

Zu diesen mit den neueren Armeen fest gewachsenen Vorurtheilen gehört es auch, daß das Kriegsmaterial in höchster Güte und mit dem geringsten Kostenaufwand gewonnen werde, wenn die Armee es sich selbst anfertigt, ja man geht wohl gar so weit zu meinen, daß die Armee das Rohmaterial beischaffen oder selbst produciren müsse. Widersprechend genug ist es daher, daß keine Armee dies so liebgewonnene Princip auch wirklich durchführt, sondern daß in jeder ein Theil, und in verschiedenen Armeen ein verschiedener Theil des Materials von eigentlichen Technikern ausgeführt wird, und für diese nur eine kontrollirende Abnahme von Seiten der Militärbehörde statt findet. Dieser Widerspruch, der nicht einmal durch lokale Verhältniße bedingt wird, zeigt schon an sich, daß jenes Princip nicht ein nothwendig aus dem Gegebenen hervorgehendes ist, sondern, daß hier wie in so vielen Fällen, daß, was für einen einzelnen Zeitpunkt angemessen und nützlich war, durch die Heiligkeit des Bestehens zu einem hemmenden Gesetz für die Allgemeinheit geworden.

Die vorliegende Schrift soll eine Anleitung für denjenigen sein, welcher die in der Militärtechnik vorkommenden Verrichtungen, und die gewonnenen Produkte beurtheilen will. Sie hat Alles was heute nicht mehr besteht, nicht berücksichtigt, und sie hat versucht, so weit es irgend anging die bisher übliche rein empirische nur durch lange Uebung zu erwerbende Erkennung der Kriterien in Bezug auf Material und Arbeit durch feste für wissenschaftlich Gebildete leichter ausführbare Probirmethoden zu beseitigen, sie hat

Digitized by Google

das Zerstreute zu ordnen und auf die wissenschaftliche Grundlage übersichtlich zurück zu führen gesucht — und doch wie viele ernste Anstrengung wird es einem gebildeten Militär, selbst wenn er mit den Hülfswissenschaften ganz vertraut ist, kosten, sich das darin Gelehrte so zu eigen zu machen, daß er es mit Sicherheit zu gebrauchen weiß. — Und wenn nun statt der Beurtheilung der Brauchbarkeit des Materials auch noch die Anfertigung desselben so vollständig hätte gelehrt werden sollen, daß der zu bildende Techniker den Untergebenen darin unterweisen könne: welchen Aufwand von Zeit und Bemühung würde er dann zu bestreiten haben, und wenn nun, nicht blos das Vorhandene erreicht, sondern das Vorhandene weiter vervollkommnet werden soll? Wo findet sich der Soldat, der aus Neigung oder Beruf Soldat geworden, und sich plötzlich so weit von seiner Bestimmung abwendet, (denn als er den Soldatenstand wählte, wollte er gewiß nicht Geschützgießer oder Gewehrfabrikant werden) und der in dieser Abwendung doch auch wieder noch Soldat bleibt! —

Schon hieraus geht im Allgemeinen hervor, daß die Anfertigung des Kriegsmaterials wohl mit Anstrengung und unter Anwendung passender Maaßregeln von Offizieren so weit wird kontrollirt werden können, als es das Interesse der Armee erheischt; daß aber, wenn die Militärtechnik gedeihen soll, die specielle Ausführung der Arbeit wirklichen Technikern übergeben werden muß.

Selbst die Arbeiter dürfen nicht Soldaten sein. Die nothwendige Rücksicht auf das Aeußere des Soldaten verbietet die Anwendung grade der geübteren in ihrer Arbeit ergrauten und verschrumpften Handwerker. Neben der Arbeit und dem Verdienst, wenn das Gewerbe sich ausbilden soll, müssen nicht andere Bedingungen stöhrend auf das Leben des Handwerkers einwirken, er muß wie der Arbeitsherr ein freier Mann bleiben, und zwischen ihm und dem Arbeitsherren ein freier Vertrag bestehen; gegen Ungeschicklichkeit, ja gegen Fahrlässigkeit schützt nur die Möglichkeit augenblicklicher Entlassung. — Die Ausbildung von eigenen Arbeitern für die Armee ist jetzt nicht nöthig, wo die Heere nicht mehr aus geworbenen Müßigängern, sondern aus den Söhnen des Volks, also zu sehr bedeutendem Theile eben aus Handwerkern bestehen, die zu jeder Zeit disponibel sind. Man macht im Felde selbst keine neue Laffetten, sondern höchstens in Städten wo es an Arbeitern nicht fehlt und wie die Büchsenmacher der Regimenter, die nichts

Digitized by Google

als ihre Modelle und ihr persönliches Werkzeug haben, sich bei großen Reperaturen ihre Arbeiter schaffen, so wird ein bei den Handwerkskolonnen bestehendes kleines Stammpersonal, was aus Arbeitern der Hauptwerkstätten entnommen ist, sich wenn vieles neu zu bauen ist, leicht die erforderliche Verstärkung an Tischlern und Schmieden schaffen, die nach den mitgeführten Schablonen arbeiten lernen. Es ist daher nicht erforderlich, daß man die Handwerker auf Unkosten der Güte und des Preises des Kriegsmaterials anlerne, sondern man wird zu den militärisch technischen Arbeiten mit höchstem Vortheil von den in kleinen Werkstätten vorbereiteten Arbeiten Gebrauch machen können.

Die Güte des Kriegsmaterials, und die Bedingung, daß es immer mehr durch höhere Vollkommenheit den kühnsten Pläne des Feldherrn sich anschmiegen und immer weniger hemmend der freiesten kriegerischen Entwicklung sich entgegenstelle, machen es daher nothwendig, daß es von wirklichen Technikern, und zwar den ausgebildetsten gefertigt werde, und daß die Armee nur vor etwaigen bösen Willen oder einzelner Ungeschicklichkeit durch strenge Kontrolle von Seiten kundiger Militaire geschützt werde.

Aber auch die Kosten des Materials ein so wichtiger Gegenstand bei der großen Masse des Erforderlichen für Nationalheere — gebieten, daß die Besorgung des Rohmaterials und die Vorbereitung desselben nicht auf unmittelbare Rechnung des Staates statt habe. Bei einem jeden Staatsinstitut sind die Verwaltungskosten bedeutend höher, als beim privaten; die beaufsichtigenden Beamten, zu denen hier noch die rein militärischen kommen, vertheuern die Arbeit sehr wesentlich, die Unterhaltung des Soldaten in gutem Bekleidungszustande in Wohnung u. s. w. ist theurer als die des bürgerlichen Handwerkers. Wenn man den Soldaten in der technischen Anstalt länger beschäftigen will als im eigentlichen Dienste, so muß man ihm Arbeits-Zulagen gewähren, die mit dem Solde und den übrigen kleinen Emolumenten eine beträchtliche baare Auslage geben. Viele der bezahlten Tage gehen durch die rein militärischen Dienstverrichtungen für die Arbeit verloren, ohne daß diese wieder der dienstlichen Ausbildung der Armee zu Gute kommen. Wer Invalide wird, fällt dem Staate zur Last. Der bürgerliche Handwerker sammelt während seiner Arbeitszeit für diesen Fall, oder tritt in die Kathegorie der übrigen Hülfsbedürftigen der Kommune. — Was in dem Staats-Institut verdorben wird, muß der Staat mit auf die Kosten schla-

Digitized by Google

gen, der Privatunternehmer trägt sie auf seinen Verdienst. Abgänge muß das Staats-Institut zu wohlfeilen Preise verkaufen, der Privattechniker verwerthet sie, indem er sie zu nicht militärischen Waaren verarbeiten läßt.

Man überlasse daher dem Kaufmann die Anschaffung des Rohmaterials, übergebe dem Privattechniker, den man als zuverläßig kennt, und der für seine pekuniäre Verantwortlichkeit Bürgschaft stellt, die Arbeitslokalien zinsfrei und erhalten sie von Staats wegen im Stande, oder zahle ein jährliches Emolument dafür; mache ihn und seine Arbeiter eben so frei von Abgaben, wie es die militärischen Arbeiter sind, übergebe ihm das Rohmaterial, das man als tadelfrei erkannt, so wie die strikten Modelle zur Ausführung, und lasse ihn in den verschiedenen Abschnitten der Arbeit kontrolliren, so wird das Material besser und wohlfeiler werden, als hätte der Staat die Anfertigung selbst übernommen.

Die Militairs, welche zu dieser Kontrolle bestimmt sind gebe man ein Jahr ehe sie selbstthätig werden ihren Vorgängern zu Begleitern, dann lasse man sie selbst 2 bis 3 Jahr das Amt führen und sie hierauf in ihr rein militärisches Verhältniß zurücktreten. Man wähle sie besonders aus der Artillerie, weil dem Artillerie-Offizier größere Aufmerksamkeit auf das Material Pflicht ist, und seine ganze Ausbildung mehr diese Richtung hat. Jeder aber der sein Leben dem Artilleriedienste gewidmet hat, und mit seiner Waffe sich Ruhm und Ehre erwerben will, kann wohl 3 Jahre seiner Dienstzeit daran setzen, über die Vollkommung dieser Waffe zu wachen.

B. Etablissements.

Um die Aufsicht zur Arbeit zu erleichtern und die Kosten zu sparen, die mit der Zahl der Etablissements steigt, ist es nöthig diese Zahl möglichst zu beschränken, wobei aber in Bezug auf den Kostenpunkt die Transporte des Rohmaterials nach den Etablissements, und des fertigen Materials (was immer bedeutend weniger wiegt als das verwendete rohe) nach den Aufstaplungsplätzen, in Anschlag zu bringen sind. Beim Pulver tritt noch die Gefahr beim Transport mit in Betracht.

Man trenne die Arbeiten streng nach ihrer Art, und

Digitized by Google

verbinde die in einander greifenden. Man lege auch die Etablissements verschiedener Art so, daß sie sich möglichst einander unterstützen können, so daß man nicht zu den Nebenarbeiten in den einzelnen Etablissements eigne Arbeiter zu halten, oder Privathandwerker in Anspruch zu nehmen braucht, welche die Arbeit nicht so vollkommen machen können als jene Institute.

Die Laboratorien-Arbeiten wurden bisher als ein Allgemeingut der Artilleristen angesehen, sie wurden mangelhaft ausgeführt, weil man glaubte, daß sie jeder müsse ausführen können, obwohl dies mit dem größten Theil der dahin gehörigen Arbeiten seit der Büchsenmeisterzeit nicht mehr geschehen. Der Artillerist macht die Bombe nicht, er macht die Sprengladung nicht, er macht in den meisten Fällen das Zünderholz nicht, weshalb muß er den Zünder füllen? Wie ganz anders wird ein Kartuschbeutel von einem geübten Schneider genäht sein, als von einem zum Artilleristen ausgehobnen Grobschmied; nm wie viel leichter wird die Naht des letzteren die Pulverkörner durchlassen, und wie kann hier Aufsicht die mangelnde Geschicklichkeit ersetzen wollen. Dagegen soll wieder ein Schuhmacher gute Bleikugeln gießen oder eine Preßmaschine passend handhaben, wo ein Blei- oder Zinngießer und ein Schlosser an seiner Stelle wäre. Niemand wird eine fest zugekniffene, länger das Pulver unversehrt erhaltende, Patrone fertigen als ein Buchbinder. Man betrachte daher auch die Laborierarbeiten als technische, und überlasse jedenfalls die Anfertigung der Hauptvorräthe im Frieden eignen technischen Anstalten, und im Felde passageren Etablissements. Man wird dann eine bisher kaum gekannte Sicherheit des Erfolgs gewinnen. Diesen Feld-Etablissements stellt man wenn die Masse der Arbeit groß wird Hülfsarbeiter, wo aber auch wieder bei der Benutzung auf das erlernte Gewerbe Rücksicht zu nehmen ist.

Die Lage der Friedens-Etablissements an Chausseen, schiffbaren Flüssen ist von großem Vortheil, eben so im Raume befestigter Orte. Kann man da die Wohlfeilheit des Arbeitslohns und das Vorhandensein von Wasserkraft mit in Betracht ziehn, so ist dies um so günstiger. Ueber die speziellen Rücksichten, welche noch bei der Wahl der Lage von Pulverfabriken zunehmen, ist weiter unten (§. 275. u. f. f.) gesprochen.

Man wird wenn die Vertheilung dieser technischen Anstalten frei steht an jedem Punkte eine Gruppirung derselben bewirken, und zwar werden als Hauptunterabtheilung

Digitized by Google

einer solchen selbstständigen Gruppe folgende Institute zu begründen sein:

A. Die Bereitung der brennbaren Mischungen, wovon eine besondere Abtheilung (Reinigung von Salpeter und Schwefel und Darstellung von Kohle) auch abgesondertes Institut sein kann. Jedenfalls muß es wegen der Feuerung abgesondert liegen von den Fabriken, welche die Materialien mengen. Diese Hauptabtheilung möge Pulverfabrik heißen, obwohl sie nicht bloß Pulver sondern alle in großer Menge erforderlichen Mischungen dieser Art bereitet.

B. Die Verarbeitung der brennbaren Mischungen, als: Zusammensetzung der Ladungen, Zündungen, Treibröhren aller Art, in so fern sie eben brennbare Mischungen enthalten. Militärlaboratorien.

C. Die Militair-Gießerei in Bronze, Eisen, Messing.

D. Die Anfertigung der Fahrzeuge, Geschirre, des Tauwerks, Handwerkzeugs. Die Militärwerkstätten.

E. Anfertigung der Handwaffen. Gewehrfabrik und Klingenschmiede.

Diese einzelnen Abschnitte stehen in immerwährender Wechselwirkung und Gegenabrechnung. Die Pulverfabrik giebt an die Laboratorien die brennbaren Mischungen, die Gießereien und Werkstätten geben dem Laboratorio die Geschosse, die Blecharbeiten, Roharbeiten das Werkzeug Die Gießereien geben wieder alle Gußtheile zu den Fahrzeugen, Gewehren u. s. w. so wie zu den in der verschiedene Etablissements arbeitenden Maschinen, welche die Werkstätten wieder fertig machen, die Bronzekugeln für die Pulverfabriken u. s. w. u. s. w. Alle Institute arbeiten auf diese Weise einander in die Hand, und je weniger sie unter verschiedene Unternehmer vertheilt sind, desto leichter wird der Verkehr. — Sie nehmen nur das Rohmaterial von Aussen, alle weitere Bearbeitung wird in diesem Kreise abgeschlossen.

Solcher Gruppen bedarf es selbst in größeren Ländern wenige; so würde für Preussen eine am Rhein, eine in den Marken, eine in Schlesien oder Preußen liegen müssen, und dann vollkommen für alle Wechselfälle ausreichen. In der Nähe einer solchen Gruppe muß die Haupt-Artillerieschule liegen.

Zerreißt man diese natürlichen Gruppen, so daß ein Institut vereinzelt ist, so werden sich die Nachtheile nicht undeutlich zeigen. Muß die Werkstatt sich ihre Bronzearti-

Digitized by Google

kel selbst aus Tiegeln gießen oder von Privathandwerkern bereiten lassen, so werden sie unhaltbarer werden als wenn sie aus den großen Oefen der Gießereien bei der höhern Temperatur, welche diese geben erzeugt worden wären. Muß sich die Gießerei ihre Formbelege, ihre Bohrmaschine ꝛc. selbst fertigen und repariren, so wird das viel unvortheilhafter und unökonomischer sein, als wenn es die Werkstatt thut. Vieles Eisen, das die einzeln liegenden Gewehrfabriken nicht mehr brauchen können ist unmittelbar für die Werkstätten sehr nutzbar. Ein Laboratorium ohne Pulverfabrik und Werkstatt hat viele Arbeit durch die Reinigung der Materialien mehr, und wird weniger gute und wohlfeile Hülsen, Raketenstöcke u. s. w. erhalten als wenn es in der Gruppe liegt. Das Handwerkzeug der Gewehrfabrik und die Maschinen der Pulverfabrik wird die Werkstatt besser im Stande halten als Nebenatelies von Schlossern, Maschinenbauern u. s. w.

Es kömmt also auch hier wie in den übrigen Organisationen der Armee darauf an, eine wohldurchdachte, gut in einander greifende Gliederung zu einem in sich abgeschlossenen Ganzen zu bilden.

C. Arbeitsmodus.

In der Militärtechnik werden oft sehr bedeutende Kraftmomente gebraucht. Man muß daher wohlfeilere Kräfte als die des Menschen anwenden. — Von allen disponibelen pflegt Wasserkraft die wohlfeilste zu sein, namentlich wenn sie im Sommer nicht versiegt, und ein rascher Fall das Einfrieren seltner macht. Man kann sie ohne Kosten vermindern, die Maschienentheile welche die Kraft des Wassers aufnehmen, sind wohlfeil und bedürfen, einmal gut eingerichtet, nur geringer Reperatur. Für Pulverarbeiten, ist sie die vortheilhafteste, eben weil im Winter ohnehin das Arbeiten in diesen Anstalten meist aufhört. — Friert das Wasser im Winter ein, so muß gleich die Einrichtung getroffen werden, daß die Maschienen auch mit Thieren zu bewegen sind. — Thierkraft ist wegen ihres hohen Preises, nur da anzuwenden, wo das Erforderniß an Kraft so gering ist, daß Anlage einer Dampfmaschiene nicht lohnt, und Wasserkraft nicht zu haben ist. In größeren Staaten wird, wenn die Etablissements richtig vertheilt sind, Thierkraft niemals zu verwenden sein, weil es vortheilhaft ist,

Digitized by Google

mehreren Etablissemens, die geringe Kraft brauchen, um eine Dampfmaschiene zu legen.

Dampfmaschienen geben den vortheilhaftesten Effect, wenn sie ununterbrochen mit der höchsten Kraft die sie geben können, arbeiten. Je häufiger ihre Wirkung unterbrochen wird, desto theurer wird sie. Eben so ist es unvortheilhaft, wenn sie abwechselnd, mit sehr verschiedener Kraft zu arbeiten hat. Für diesen Fall verdient die Hochdruckmaschiene den Vorzug; für immer gleiche Kraftanwendung ist die niedrige im Vortheil.

Der Mensch kann im Mittel bei 10 Stunden anhaltender Arbeit 60 Pfund in der Sekunde 1′ bewegen. Seine vortheilhafteste Geschwindigkeit ist 2′ in der Sekunde, wobei er 32 Pfund bewegt. Das Pferd und der Ochse können bei 8 Stunden Arbeit 400 Pfund in der Sekunde 1′ bewegen, also so viel als 6⅔ Menschen. Am vortheilhaftesten ist für das Pferd die Geschwindigkeit von 3½ Fuß in der Sekunde, wo es 111 Pfund Kraft übt.

Am vortheilhaftesten wirkt das Pferd im kreisförmigen horizontalen Zuge, der Durchmesser des Kreises muß aber möglichst groß sein, weil sonst das Pferd sich biegen muß, was ihm große Anstrengung kostet. Im kreisförmigen Zuge leistet der Ochse etwa nur ⅚ so viel als ein Pferd. — Wenn man Pferdekraft und Menschenkraft in Bezug auf Kosten vergleicht, muß man nicht übersehen, daß der Mensch im Tagelohn steht, das Pferd aber auch an den Sonntagen u. s. w. unterhalten werden, und daß man durchschnittlich auf 5 Jahr die Kosten eines Pferdes rechnen muß.

Bei der einfachen Dampfmaschiene mißt man den Durchmesser des Kolbens, berechnet daraus die Fläche desselben in Quadratzollen, multiplizirt diese mit dem Produkte, welches man aus der Zahl der Kolbenhübe in einer Minute und der Hubhöhe erhält, und multiplizirt dann noch einmal mit 7 (weil man annimmt, daß der Dampf mit 7 Pfund Kraft auf den Quadratzoll wirkt), so hat man das Gewicht, welches die Maschiene in einer Minute auf 1′ bewegt, dividirt man dies mit 24000 (60 Sekunden zu 400 Pfund) so hat man die Zahl Pferdekräfte, welche die Maschine giebt. Dieses muß wenn die Maschiene ununterbrochen arbeitet, noch mit 3 multiplizirt werden, weil das lebende Pferd nur 8 Stunden arbeitet. Eine solche 24stündige Pferdekraft bedarf 200 Pfund Kohlen.

Digitized by Google

In wie weit man sich zur Ausführung der Arbeit selbst der mechanischen Vorrichtungen bedienen soll, richtet sich nach dem zu fertigenden Materiale, und demnächst auch danach, ob man auf dem Institute lange bleibende Arbeiten zu rechnen hat. Je größere Handfertigkeit der Arbeiter besitzt, die besonders dadurch gefördert wird, daß er wo möglich nur immer denselben Gegenstand fertigt, desto weniger tritt der Vortheil der mechanischen Vorrichtung, nämlich höchste Genauigkeit und Gleichförmigkeit des Fabrikates, verbunden mit geringstem Aufwande von Kosten und Zeit, hervor. Dennoch erreicht der Arbeiter die mechanische Vorrichtung fast niemals, und es bleibt daher immer wünschenswerth sich derselben bedienen zu können.

Da aber die ersten Anschaffungskosten dieser Vorrichtungen bedeutend sind, so kann in ökonomischer Beziehung ihre Einführung nur dann vortheilhaft sein, wenn jede eine große Zahl Stücke fertigen kann, wodurch sich die ersten Kosten vertheilen. Je weniger einzelne in Form verschiedene Stücke die Militärtechnik zu fertigen hat, desto weniger Vorrichtungen werden zur Darstellung gehören, desto lohnender werden sich diese machen, und je weniger es von diesen Stücken durch Dimensionen verschiedene Sorten giebt, desto weniger Verstellungen bedürfen diese Vorrichtungen, desto einfacher und wohlfeiler werden sie.

Bei der Bestimmung der Konstruktion in der Militärtechnik anzuwendender neuen Stücke muß daher darauf Rücksicht genommen werden, daß die mechanischen Vorrichtungen zur Fertigung möglichst einfach werden können und bei den kleineren Stücken die möglicherweise im Felde neu zu ersetzen sind, nehme man darauf Rücksicht, daß sie nöthigenfalls, wenn auch mit größerem Aufwand von Zeit und Kosten mittelst einfacher Werkzeuge darzustellen oder zu repariren sind. Jedenfalls schließe man sich an schon vorhandene Theile an, und vermehre diese Zahl niemals ohne die erheblichsten Gründe.

Genauigkeit der Arbeit.

Beim wirklichen Gebrauche der Feuer-Waffen im Kriege treten im Allgemeinen Unterschiede in Konstruktion und Genauigkeit der Anfertigung der Waffen und des Zubehörs viel weniger wirksam auf, als bei Versuchen, bei denen alle

Digitized by Google

Umstände sorglich beachtet werden. Dennoch giebt die Geschichte der Feuerwaffe sehr viele Beispiele, daß selbst gering scheinende Mängel in der Einrichtung und Bearbeitung der Waffen in einzelnen Fällen sehr wesentlichen Einfluß auf den Gang der Kriegs-Ereignisse und das Schicksal einzelner Truppentheile hatten.

Es ist also, obgleich Mängel der Art keinen Krieg entscheiden, dennoch wichtig, im Frieden alle Sorgfalt auf die beste Konstruktion und die gute Anfertigung des Materials zu wenden. Wir haben es hier wesentlich mit der Wahl des zu den einzelnen Theilen bestimmten Stoffes, so wie mit dessen Ausarbeitung zu thun.

Was die Stoffe betrifft, so sind diejenigen zu wählen, welche den Anforderungen, die an den Theil des Materials der aus ihnen gebildet wird, gemacht werden müssen, im höchsten Grade entsprechen. Eine Kombination der Vorzüge, die ein Stoff in dieser Beziehung hat, und den Geldmitteln, welche man je nach der Wichtigkeit des zu fertigenden Stückes an dieses wenden kann, wird die Wahl feststellen. Es werden alle Mittel der Wissenschaft und alle Sorgfalt der technischen Untersuchung anzuwenden sein, um sich zu überzeugen, ob der anzukaufende Stoff (das Rohmaterial) frei sei, von allen den Mängeln, welche seiner Art nach bei demselben vorkommen können, wobei aber nur diejenigen in Betracht zu ziehen sind, die dem Zwecke, zu dem der Stoff bestimmt ist, nachtheilig sein würden.

Bei der Verarbeitung der Rohmaterialien zu Zwischenprodukten und der Zusammenstellung derselben zur fertigen Waffe und Munition, muß mit allen Mitteln der Technik dahin gestrebt werden, daß diejenigen Arbeiten, welche die innere Güte des Produktes bedingen, mit der größten Strenge und der höchsten Gleichförmigkeit ausgeführt werden, damit das Produkt sowohl durch das beste Rohmaterial, als durch die angemessenste Arbeitsmethode einen möglichst hohen und dabei immer gleichen Grad von Güte erhalte. In dem Maaße als man die Konstruktionen so wählt, daß die Zahl der Gattungan von anzufertigenden Produkten möglichst gering werde, und als man dadurch und durch große Anlagskapitalien, Maschienen an die Stelle der Handarbeit stellen kann, in dem Maaße wird es leichter werden bei gleich dauerndem Aufwand von Zeit und Kosten, Güte und Gleichmäßigkeit der Arbeit zu steigern.

Was die äußere Form der Produkte betrifft, so ist hier das Augenmerk streng auf Erfüllung der Aufgabe: die

Digitized by Google

gleichnamigen Theile möglichst leicht austauschen zu können, zu richten, um so: Reparaturen, Nachhülfen oder gar Neuanfertigungen im Kriege möglichst zu beseitigen. Alle diejenigen Momente, welche nicht auf die Leichtigkeit des Austausches Einfluß haben, verdienen geringere Beachtung. Die Präzision der Arbeit, welche erforderlich ist, diesen leichten Austausch zu bewirken, führt einen für den Zweck genügenden Grad von Zierlichkeit und Sauberkeit der Arbeit von selbst mit sich.

Wenn alles was im Frieden oder im Kriege, im ruhigen Depot an Kriegsmaterial vorbereitet wird, die den Umständen nach höchst erreichbare Güte hat, so wird die Nachanfertigung in den Etablissements theils verringert, theils erleichtert werden. Niemals kann aber die Rücksicht auf diese untergeordnete Nacharbeit nachtheiligen Einfluß auf die Hauptarbeiten im Frieden üben. Wenn man auch in einzelnen Ausnahmsfällen mit einem schlechteren Material auskommen, und sich mit unvollkommenen Mitteln helfen kann, so ist es immer nicht Pedanterie zu nennen, wenn man für die Regel (und das ist die Vorbereitung des Kriegs-Materials im Frieden oder entfernt vom Kriegsschauplatz) die höchste erreichbare Güte, und zu deren Erreichung komplizirte Mittel in Anspruch nimmt.

Es ist Sache des Konstruktors, nicht die des ausführenden Technikers, dafür Sorge zu tragen, daß im Nothfalle auch einmal sehr unvollkommenes Material, oder das dem Feinde abgenommene, als Aushülfe und Ersatz des guten, wenn dann auch mit großen Opfern in der Wirkung, dienen kann.

Digitized by Google

Die in den Feuerwaffen wirksame Kraft.

§. 1.

Die Kraft welche in der Feuerwaffe wirksam wird beruht auf der raschen Vergrößerung des Volums eines Körpers, der bei dieser Ausdehnung vorliegende Hindernisse forttreibt oder umhüllende erst zerreißt und dann auch fortbewegt, und sich so Raum gewinnt.

§. 2.

Jene Ausdehnung wird dadurch erhalten, daß ein kalter fester Körper zum größten Theil schnell in einen gasförmigen stark erhitzten verwandelt wird.

§. 3.

Diese Umwandlung des festen Agregatzustandes in den gasförmigen geschieht nicht durch bloßes Erwärmen, dabei würde ein großer Theil der erzeugten Wärme absorbirt werden; sondern durch eine chemische Verbindung stark chemisch entgegen-gesetzter Substanzen, die vorher fest waren, bei der Verbindung bei gleichbleibendem Gewicht, Gasform und dadurch viel größeren Raum annehmen, und bei dieser Verbindung vermöge der starken chemischen Spannung viele Wärme frei machen, die jene gasförmigen Produkte noch mehr ausdehnt.

§. 4.

Die Klasse chemischer Verbindungen, welche man Verbrennen nennt, d. h. Verbindung stark positiver Stoffe mit stark negativen unter Wärme und Lichterscheinung, und jener Umwandlung fester positiver Stoffe in Gase durch Verbrennung ist, wenn diese zum höchsten Grade gesteigert

Digitized by Google

wird, zu obigem Zwecke am geeignetsten; dies Steigern geschieht dadurch, daß man die Verbrennungen, die für gewöhnlich in der Atmosphäre, welche nur eine geringe Menge eines negativen Stoffs (Sauerstoffs) enthält, nun in fast reinem negativen Stoffe geschehen läßt.

§. 5.

Als negativer Stoff ist Sauerstoff, und in einigen Fällen Sauerstoff mit Chlor combinirt, am kräftigsten wirkend. Beide kommen für sich nur gasförmig in der Natur vor, sie müssen deshalb in einer leicht löslichen Verbindung, die selbst ein fester Körper ist, angewandt werden.

§. 6.

Von allen vorhandenen festen Verbindungen des Sauerstoffs sind die salpeter- (eigentlich stickstoffsaure) und die chlorsauren Salze diejenigen, welche die größte Menge Sauerstoff enthalten, und aus denen dieser am leichtesten frei gemacht werden kann. Sie lassen bei Erhitzung die eigentliche Säure frei, welche aber sogleich in ihre gasförmigen Bestandtheile: Sauerstoff und Stickstoff oder Sauerstoff und Chlor zerfällt. Bei den chlorsauren Salzen geschieht dies Freigeben der Säure und das Zerfallen derselben in ihre beiden gasförmigen Bestandtheile noch leichter als bei den salpetersauren, diese chlorsauren Verbindungen geben für die im §. 4. angedeuteten Zwecke auch noch das Chlor. — Es ist bei beiden Salzarten möglich auch den Sauerstoff, der sich in der Basis befindet, frei zu machen.

§. 7.

Von den positiven Stoffen, welche mit Sauerstoff zu Gasen verbrennen, sind Schwefel, Kohlenstoff und Wasserstoff diejenigen, welche die größte Verwandtschaft zu Sauerstoff haben; die übrigen sind noch schwer zu beschaffen, nicht fest darzustellen, und leisten alle nicht mehr als jene drei, weil ihre Verbrennung weniger Gas, Licht und Wärme giebt. Kohlenstoff und Wasserstoff sind für diesen Zweck nur in ihrer festen Verbindung als vegetabilische, unzersetzte oder schon theilweise zersetzte Verbindung brauchbar, weil Wasserstoff sonst gasförmig ist, und Kohlenstoff nur eben in dieser Verbindung hinreichend leicht mit Sauerstoff verbindbar (verbrennbar) ist. — Für die Verbindung mit Sauerstoff und Chlor sind dieselben positiven Stoffe und nächst ihnen Schwefelantimon am vortheilhaftesten.

§. 8.

Der feste Körper welcher aus den festen in den gasförmigen Zustand vermittelst Verbrennung übergeht und da-

Digitized by Google

durch die bewegende Kraft giebt, wird daher immer eine mechanische Mengung von den in §. 6. genannten Salzen, (Sauerstofflieferer) und den in §. 7. genannten Stoffen (Verbrenner) sein müssen. Diese mechanische Mengung wird möglichst innig sein müssen, d. h. die genannten Substanzen in möglichst kleinsten Theilchen neben einander gelegt, damit das kleinste Theilchen des Verbrenners möglichst ringsum von den zugehörigen Theilchen des Sauerstofflieferes umgeben sei. Diese bewegende Kraft der entstandenen heißen Gase wird wirksam werden, indem man der Ausdehnung Hindernisse in den Weg legt. Da aber die Verbrennungen dieser Mengungen nicht blos Gas liefern, sondern auch verschieden gefärbtes Licht und hohe Wärme, so kann man von diesen beiden letzteren Produkten ebenfalls und zwar zum Leuchten und Zünden Gebrauch machen.

I. Die Verbrennung im Sauerstoff.

A. Die Sauerstofflieferer.

§. 9.

Die Sauerstofflieferer (§. 5. und 6.), welche in der Militärtechnik in Anwendung kommen, sind Salze (salpeter- oder chlorsaure) die einen gemeinsamen Typus der Zusammensetzung haben. Wenn:

X das Mischungsgewicht irgend eines Metalles, und 2 Y oder Ÿ 2 Mischungsgewichte Stickstoff oder Chlor ist, und die über diese Buchstaben gesetzte Zahl von Punkten die Menge der Mischungsgewichte an Sauerstoff bedeutet, welche mit X oder Ÿ verbunden so ist

$$\dot{X}\ \ddot{\dot{Y}}.$$

Die Grundformel von 1 Mischungsgewicht aller Sauerstofflieferer. Es ist also immer darin enthalten: 1 Mischungsgewicht Metall, welches mit 1 M.-G. Sauerstoff 1 M.-G. Basis bildet, diese verbindet sich mit 1 M.-G. Säure, bestehend aus 2 M.-G. Stickstoff oder Chlor und 5 M.-G. Sauerstoff.

Digitized by Google

§. 10.

Alle diese Salze haben die Eigenthümlichkeit, daß sie sich bei etwas höherer Temperatur als ihr Schmelzpunkt ist (der bei jedem verschieden hoch liegt), in feste und gasförmige Bestandtheile zerlegen. Ehe nicht diese Temperatur erreicht ist, geben sie den Sauerstoff nicht her. Sind daher Verbrenner (§. 8.) mit ihnen gemengt, so müssen diese Verbrenner an einer Stelle der Mengung durch äußere Wärme so weit erhitzt werden, daß sie mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft verbrennen, durch die dabei entwickelte Wärme den Sauerstofflieferer zum Schmelzen und Freimachen der Säure bringen, so daß nun der übrige Theil des Verbrenners weiter mit dem freigewordenen Sauerstoff schneller und intensiver verbrennet, als die erstentzündeten Theile desselben. In luftleeren Räumen oder in nicht Sauerstoff abgebenden Gasen können daher alle solche Mischungen nur auf die Weise zum Brennen gebracht werden, daß man sie, an einer Stelle oder allgemein durch äußere Wärme erhitzt, bis der Sauerstofflieferer nicht blos geschmolzen ist, sondern auch die Säure, da diese, wenn sie frei wird, zerfällt, Sauerstoff entwickelt. Dagegen können diese Mischungen, wenn sie einmal an der Atmosphäre auf die oben beschriebene Weise zum Brennen gediehen sind, in luftleeren oder in einem mit jedem beliebigen Gase gefüllten, mit Wasser oder sonst abgesperrten Raume fortbrennen, bis aller Sauerstoff des Lieferers erschöpft ist.

§. 11.

Von obigen Salzen kommen zwar für die wesentliche Wirkung nur die Bestandtheile, welche Gasform annehmen können, in Betracht, also die beiden der Säure, und der Sauerstoff der Basis. Das Metall der Basis kann nur da von Einfluß werden, wo es auf die Farbe der Flamme, welche die Mengung giebt, ankommt, indem diese dieselbe ist, mit welcher das Metall mit Sauerstoff verbrennt, also Kalium violett, Natrium gelb, Strontian roth, Baryum grün, Kupfer blau u. s. w.

§. 12.

Die Sauerstofflieferer dürfen nicht Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, indem angesognes Wasser theils beim Verbrennen der Mischung auf Kosten der entwickelten zur Gasspannung, zum Zünden und Leuchten zu verwendenden Wärme verdampft werden muß, also die Gasspannung, die Wärme und Lichtintensität vermindert, theils die Mischungen der Sauerstofflieferer mit den Verbrennern weich und leichter

Digitized by Google

zerreiblich macht, theils die Mengung, die man möglichst innig zu machen suchte (§. 8.), wieder theilweise entmengt, indem die in Wasser auflöslichen Gemengtheile heraus-kristallisiren.

---

a. Salpetersaure Salze.

§. 13.

Das spezielle Zeichen des Stickstoffs ist N. Ist daher wieder wie im §. 9. X irgend ein Metall, so wird der allgemeine Ausdruck für das salpetersaure Salz

$$\dot{X}\ \ddot{\dot{N}}$$

seyn. Jedes salpetersaure Salz besteht aus einer Basis, welche auf 1 M.-G. eines Metalls 1 M.-G. Sauerstoff, und einer Säure, welche auf 2 M.-G. Stickstoff 5 M.-G. Sauerstoff enthält. Setzt man an die Stelle des unbestimmten X das Zeichen eines bestimmten Metalls, so bekömmt man die einzelnen Formeln aller salpetersauren Salze. Da aber nach §. 12. nur diejenigen salpetersauren Salze in der Militär-Technik Anwendung finden können, welche wenigstens mehr luftbeständig sind, d. h. kein Wasser aus der Luft saugen, und da sie auch außerdem wohlfeil seyn müssen, so fallen die meisten salpetersauren Salze für den vorliegenden Zweck ganz aus, und es bleiben nur folgende zur Anwendung:

$\dot{K}\ \ddot{\dot{N}}$ salpeterfaures Kaliumoxyd,

$\dot{Na}\ \ddot{\dot{N}}$ " Natriumoxyd,

$\dot{St}\ \ddot{\dot{N}}$ " Strontiumoxyd,

$\dot{Ba}\ \ddot{\dot{N}}$ " Baryumoxyd.

§. 14.

Die Säure für alle diese Salze bildet sich von selbst in der Natur und zwar an verschiedene Basen gebunden, wodurch die salpetersauren Salze wohlfeil und leicht zu beschaffen sind, in so fern die Basis nicht an sich kostbar ist. Aus den natürlich vorkommenden Salzen kann man auf zwei Wegen die andern bilden, entweder dadurch, daß man zu ihnen ein Salz der Basis, die man salpetersauer haben will, zugiebt, das seine Bestandtheile mit ihnen austauscht; oder dadurch, daß man die Salpetersäure aus dem natürlichen

Digitized by Google

Salze durch die stärkere Schwefelsäure ausscheidet, durch Destillation isolirt, und darin das kohlensaure Salz der Basis, die man salpetersauer machen will, auflöst, wodurch die Kohlensäure ausgeschieden wird.

§. 15.

Von den 4 salpetersauren Salzen, deren Formeln §. 13. giebt, ist nur das erste das Kalisalz, und zwar auch nur für sich ganz luftbeständig, wird es mit Kohle gemengt, so ist die Mengung hygroskopischer als jedes der Gemengtheile für sich. Die drei andern Salze werden mit Kohle gemengt stärker hygroskopisch; am wenigsten das Barytsalz, am meisten das Natrumsalz.

§. 16.

Die salpetersauren Salze zerlegen sich bei etwas höherer Temperatur, als zu ihrem Schmelzen gehört (§. 9.) in ihre Säure $\ddot{\dot{N}}$, die gasförmig entweicht und in Stickstoffgas und Sauerstoffgas zerfällt, und in die Basis $\dot{X}$, die als fester Körper zurückbleibt. Nur wenn Ein Stoff (J) vorhanden, der das Metall X, und ein anderer, der den Sauerstoff begierig aufnimmt, zerlegt sich $\dot{X}$, es bildet sich XJ als Rückstand, und das Mischungsgewicht Sauerstoff verbindet sich mit dem ihm verwandten Stoff. Das salpetersaure Salz giebt daher unter diesen Umständen seine sämmtlichen 6 M.-G. Sauerstoff frei.

§. 17.

Von den obigen salpetersauren Salzen ist das des Natrums am leichtesten schmelzbar, diesem folgt das Kalisalz, dann das Baryt und zuletzt das Strontiansalz.

§. 18.

Da, wie §. 13. gezeigt, die Zusammensetzung aller salpetersauren Salze eine gemeinsame Formel hat, in denen nur das X, das Mischungsgewicht des Metalls variabel ist, so wird es von diesem abhängen, wie viel ein salpetersaures Salz in 100 Theilen Sauerstoff enthält, und zwar wird diese Menge um so größer seyn, je weniger X von den 100 Theilen in Anspruch nimmt. Zugleich wird die Sauerstoffmenge, welche ein salpetersaures Salz giebt, ein umgekehrter Maaßstab für den, nicht zum eigentlichen Zweck mitwirkenden, aber durch unnütze Vermehrung des Volumens und Gewichtes und sonstige Störungen schädlichen Rückstand seyn, indem dieser, wesentlich aus dem X bestehend, in dem Maaße zunehmen muß, als dies größer ist. In den speziellen Formeln ist:

Digitized by Google

K = 489,91
N = 290,89
Ba = 856,88
St = 847,28.

Es enthalten also, da N = 88,51 und Ñ = 177,02 ist,

100 Theile	salpeters.	Kali	48,37 Theile Sauerst.
100 „	„	Natrum	56,19
100 „	„	Baryt	36,27
100 „	„	Strontian	45,39.

§. 19.

Die Zerlegung der salpetersauren Salze, abgesehen von ihrer Schmelzbarkeit, geht um so rascher vor sich, als das Metall der Basis stärker chemisch positiv ist, also demanch am raschesten beim Kaliumsalz, demnächst beim Natrium, dann beim Baryum, am schwächsten beim Strontium

§. 20.

Von den 4 angeführten salpetersauren Salzen ist in den meisten Punkten sowohl in Bezug auf Schmelzbarkeit (§. 17.) als Sauerstoffgehalt und geringen Rückstand (§. 19.) als positive Spannung des Metalls (§. 19.) und auch in Bezug auf Wohlfeilheit und leichte Beschafflichkeit, die Wahl für die Praxis nur zwischen dem Kali und Natrumsalz schwankend, indem die andern beiden weit zurückstehen, und zwar würde nach den beiden ersten Punkten das Natriumsalz den Vorzug verdienen. Bei größeren Ladungen ist auch die Treibkraft des Natrumsalzes wirklich stärker, als die des Kalis. Allein sowohl die überwiegend große Zerfließlichkeit desselben (§. 15.), als auch die hervortretende große chemische Kraft des Kaliums, welche besonders bei kleinen Ladungen deutlich hervortritt, im Vergleiche zum Natrium, machen, daß für die Praxis das Kalisalz vor dem Natrumsalz den Vorzug erhalten muß, und dies sowohl wie das Baryt- und Strontiansalz nur für sehr untergeordnete Bedingungen, die das Kalisalz nicht erfüllen kann (§. 18.), zu benutzen sind.

Das salpetersaure Kali.

Eigenschaften.

§. 21.

Das salpetersaure Kali (Salpeter, Kalisalpeter) hat, wie §. 13. erwähnt, eine Zusammensetzung, die durch die Formel

Digitized by Google

$\dot{K}\ \ddot{\dot{N}}$

ausgedrückt wird. Er besteht also aus:

			M.-G.	in 100 Th.
1 M.-G. Kaliumoxyd (K) (Kali)	1 M.-G. Kalium	(K) =	489,9	38,66
	1 "	Sauerst. (·) =	100,0	7,89
1 M.-G. Stickstoffsäure $\ddot{\dot{N}}$ (Salpters.)	2 "	Stickstoff ($\dot{N}$) =	177,02	13,97
	5 "	Sauerst. ($\ddot{}$) =	500,0	39,48
1 M.-G. salpetersaures Kali		=	1266,93	100,00

§. 22.

Der Salpeter ist ganz farblos, von kühlend stechendem, schwach bitterlichem Geschmack, in Kristallen durchsichtig, als Pulver undurchsichtig, als geschmolzene Masse durchscheinend. In Kristallen hat er ein spezifisches Gewicht von 2,10. Bilden sich die Kristalle höchst langsam, also aus sehr großen Mengen wässeriger Auflösung (aus etwa 4000 Quart), so bilden sich 6seitige Säulen mit 4 schmalen, 2 breiten Flächen, auf welchen letztern eine zweiflächige Zuschärfung aufgesetzt ist. Die Flächen der Kristalle sehn streifig aus, und zeigen dem bewaffneten Auge Spalten; in diesen ist etwas von dem Auflösungsmittel mechanisch eingeschlossen. War in der Auflösung blos Salpeter, so ist die eingeschlossene Flüssigkeit reines Wasser, und dem Salpeter ist durch Kleinen (wobei der vorher scheinbar trockne feucht wird) und Trocknen, diese Beimengung zu entziehn. Waren aber außer dem Salpeter noch andere Salze oder auflösliche Substanzen in der Auflösung, so hält die eingeschlossene Flüssigkeit auch kleine Mengen davon im Salpeter zurück, welche sie beim Trocknen auch bei ihm zurückläßt. — Ist die Menge der Auflösung, aus welcher der Salpeter ausschießt, kleiner (etwa nur 4 bis 500 Quart), so bildet der Salpeter spießige, prismatische, oft unregelmäßige Kristalle, die zwar auch streifig, ja sogar oft hohl sind, aber nichts vom Auflösungsmittel und den etwa demselben beigemengten Stoffen zurückhalten. Hält man diese Kristalle in der warmen Hand, so zerspringen sie theilweise durch das Ausdehnen der eingeschlossenen sich erwärmenden Luft. Dieselbe Kristallform, nur in sehr kleinen Körnchen, bildet sich, wenn man die Kristallisation durch fortdauerndes Umrühren der Auflösung stört.

§. 23.

Der Salpeter schmilzt bei 350 ° C. und fließt ruhig ohne Blasenwerfen und ohne seine Zusammensetzung zu verändern. Enthält der Salpeter Wasser, so scheint er schon

Digitized by Google

unter 100 ° C. zu ſchmelzen, er löſt ſich aber blos theilweiſe in dem ſiedend werdenden Waſſer; wenn dies eingedampft iſt, wird er wieder feſt und ſchmilzt dann erſt wirklich bei 350 ° C. Bei dieſem erſten Feſtwerden backt er an die Wände des Gefäßes an. Bei dem Erſtarren aus dem geſchmolznen Zuſtande giebt er eine farbloſe feſte Maſſe (§. 22.), die ſehr hart iſt, und eine ſtrahlige Struktur zeigt. Steigert man, nachdem er geſchmolzen, die Temperatur bis zu 380 ° C., ſo wird die Salpeterſäure luftförmig ausgetrieben, und da ſie theils nicht, ohne an Waſſer oder an eine Baſis gebunden zu ſeyn, beſtehen kann, theils auch Stickſtoff und Sauerſtoff nur eine ſchwache Verwandtſchaft zu einander haben, ſo zerſetzt ſich die Salpeterſäure beim Entweichen, es entwickelt ſich in aufſteigenden Blaſen Sauerſtoffgas, Stickſtoffgas, auch wohl Stickſtoffoxydgas. Hört das Blaſenwerfen auf, ſo iſt alle Salpeterſäure zerſetzt und ausgetrieben, und es iſt Kaliumoxyd (Kali) zurückgeblieben. Wirft man Schwefel auf den geſchmolzenen Salpeter, ſo verbrennt, wenn die Schwefelmenge ſehr klein oder die Temperatur ſehr hoch und der Salpeter in voller Zerſetzung iſt, der Schwefel mit ſehr weißem Lichte, iſt aber nicht für allen Schwefel Sauerſtoff aus dem Salpeter vorhanden (wie dies bei noch nicht hinreichend geſteigerter Temperatur ſtatt hat, oder wenn nicht aller Schwefel den Salpeter unmittelbar berührt), ſo iſt die Flamme gelblichroth aber hoch. Hält man in den geſchmolznen Salpeter Kohle, ſo entzündet ſie ſich erſt, wenn der Salpeter in voller Zerſetzung (380 °) und giebt dann mit Spritzen eine hellviolette Flamme; wirft man Stücken Kohle auf, ſo hüpfen ſie auf der Oberfläche, weil ſich am untern Theil Gas entwickelt. Kohlenpulver in kleiner Menge giebt unter Aufbrauſen ohne Entzündung Kohlenſäure.

§. 24.

Der Salpeter ſaugt in Form von geſchmolznen Stücken und als großer Kriſtall keine Feuchtigkeit aus der Luft. Iſt er aber ſehr fein gepulvert oder in feinen Kriſtallen, ſo wirkt er, wie alle Körper mit großer Oberfläche anſaugend, beſonders wenn die Luft für ihre Temperatur nahe mit Feuchtigkeit geſättigt iſt, oder durch plötzliche Abkühlung weniger Feuchtigkeit ſuspendirt zu erhalten vermag. Er nimmt aber immer nur höchſtens 1 Prozent Feuchtigkeit auf. Obwohl Kochſalz (Chlornatrium) für ſich auch kein Waſſer anſaugt, ſo wirkt doch ein Gemenge von Salpeter und Kochſalz Waſſer anziehend, indem ſich aus den zwei

Digitized by Google

Verbindungen salpetersaures Kali mit Chlornatrium durch Wechselwirkung der Bestandtheile auch etwas salpetersaures Natrum und Chlorkalium bildet, wovon das erstere, besonders gepulvert, stark wasseranfangend ist.

§. 25.

Salpeter ist nicht auflöslich in Oelen und in reinem Alkohol, in Wasser ist er dagegen auflöslich, und zwar sehr verschieden, je nach der Temperatur des Wassers; in Gemengen von Alkohol und Wasser (Weingeist) richtet sich die Auflöslichkeit nach der Menge des vorhandenen Wassers.— Ueber die Salpetermengen, welche sich im Wasser von bestimmter Temperatur auflösen, sind die Angaben sehr verschieden. Nach den zuverlässigsten ist die Kurve ab Tafel I. construirt, wo sich die für jede Temperatur in 100 Gewichtstheilen reinem Wasser auflösbaren Gewichtstheile Salpeter leicht finden lassen. Wenn die Auflösung erkaltet, so setzt sie den Salpeter, den sie nicht mehr aufgelöst halten kann, in Kristallen, wenn sie dabei umgerührt wird, in sehr feinen körnigen (s. §. 22.) ab. Es scheint aber, als enthielte eine Auflösung einer bestimmten Temperatur etwas mehr Salpeter, wenn die Temperatur durch Herabsinken von einer höheren erhalten wird, als wenn sie durch Aufsteigen von einer niederen entstand, und wenn dabei im ersten Falle die Auflösung schon für die höhere Temperatur gesättigt war, und im letzteren sich ihr so viel Salpeter bot, daß sie sich bei aufsteigender Temperatur immerfort sättigen konnte. Wie bedeutend dieser Unterschied ist, ist noch nicht ermittelt. — Bei der Auflösung von Salpeter in Wasser vermindert sich die Temperatur.

§. 26.

Sind neben dem Salpeter noch andere Salze im Wasser gelöst, so kann die Auflöslichkeit scheinbar modifizirt werden, wenn die Salze den Salpeter zerlegen, und so die eigentliche Salpetermenge vermindert wird. Die wichtigste Beimengung dieser Art ist Chlornatrium. Dieses bildet (§. 24.) mit Salpeter das leichter auflösliche salpetersaure Natrum und das mit Chlornatrium etwa gleich auflösliche Chlorkalium; die Auflöslichkeit des Salpeters wird hierdurch bei allen Temperaturen gesteigert, und zwar um $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$ des Kochsalzgehaltes. Eine kochsalzhaltige Salpeterauflösung wird daher auch beim Erkalten weniger Salpeter ausscheiden, als eine reine, die eben so viel Salpeter enthielt. Die übrigen gewöhnlich mit dem Salpeter aufge-

Digitized by Google

lösten Salze (§. 41.) scheinen wenigeren Einfluß auf seine Auflöslichkeit zu üben.

§. 27.

Salpeter giebt dem Wasser, in dem er aufgelöst ist, ein größeres spezifisches Gewicht als 1 und einen höheren Kochpunkt als 100 ° C.

Es haben

100	Theile Wasser mit 0	Theilen Salpeter 1,000 spez. Gew.
100	1	1,007
100	2	1,015
100	3	1,023
100	4	1,030
100	5	1,038
100	6	1,046
100	7	1,053
100	8	1,061
100	9	1,069
100	10	1,077
100	11	1,084
100	12	1,092
100	13	1,100
100	14	1,107
100	15	1,115.

Zwischengewichte kann man auf die Weise leicht berechnen, daß eine Zunahme von 0,0077 des spez. Gewichtes einem Prozent Salpetergehalt entspricht.

Ist der Kochpunkt 101 °C,	so enth. 100 Wasser 12 Th. Salpeter
102	26,4
103	42,2
104	59,6
105	78,3
106	98,2
107	119,2
108	140,6
109	163,0
110	185,9
111	209,2
112	233,0
113	237,0
114	285,0
115	310,0.

Digitized by Google

§. 28.

Erhitzt man reines Wasser über einer hinreichend großen Menge Salpeter bis zum Kochen, so daß dann noch Salpeter unaufgelöst geblieben, so tritt der Kochpunkt ein.

Nach Legrand bei 116 °C.	100 Wasser haben aufgelöst	336 Salpet.
Griffiths	104,3	284
Ure	115,5	300
Gay Lussac	121,2	236
Mein. Beob.	116,08	350.

Schon bei 75 °C. zeigt sich unter obigen Umständen die Kristallisationshaut auf der Oberfläche der Flüssigkeit, und die Masse wird in der Nähe des Kochpunktes breiartig. Je mehr das Wasser beim Kochen Salpeter aufgelöst enthält, und je tumultuarischer das Kochen geht, desto mehr Salpeter wird von den Wasserdämpfen mit fortgerissen, der sich an kalten Körpern auffangen läßt. — Ist eine heiße Salpeterauflösung nahe gesättigt, und man erkaltet einen herausgenommenen Tropfen rasch, so setzt er den Salpeter, den er nicht mehr aufgelöst erhalten kann, als feste Körner ab und wird steif.

Gewinnung des Salpeters.

§. 29.

Der Salpeter findet sich völlig fertig in vielen Pflanzen, die ihren Salpetergehalt dadurch zu erkennen geben, daß wenn man sie trocknet und dann entzündet, sie mit Knistern, wie in Salpeter getränkter Schwamm verbrennen, auch setzen sich Salpeterkristalle an die Blattstiele. Man kann aus ihnen den Salpeter mit heißem Wasser ausziehn. Die bekanntesten dieser Pflanzen sind der Boretsch, der Dill, die Nessel, die Sonnenblume, der Taback, die Wurzeln der Kartoffeln, die Runkelrübe, Schaafgarbe, Erdrauch, Ackergänsedistel, Glaskraut, Salbei, Wolfskirsche, Beifuß, Schierling, Gemüsekohl, Schöllkraut, Waid. Die Pflanzen, selbst die salpeterreichsten (z. B. Runkelrüben) geben aber alle nicht so viel Salpeter, um eine förmliche Fabrikation darauf zu gründen.

§. 30.

Bei dem geringen Preise des salpetersauren Natrums und der guten Verwerthung des kohlensauren Natrums, ist die Fabrikation des Salpeters aus salpetersauren Natrum, in dem man es mit kohlensauren Kali zerlegt, sehr zu empfehlen. Finden sich bei dem so bereiteten Salpeter noch unzerlegte Theile salpetersaures Natrum, so ist er durch

Digitized by Google

Umkriſtalliſiren, wo das Natrumſalz, in der Flüſſigkeit bleibt, leicht davon zu reinigen. Bisher wurde nur der Salpeter benutzt, welcher durch die fortdauernde Salpeterſäure-Bildung an der Oberfläche der Erde entſteht. Entweder dieſe verbindet ſich unmittelbar mit Kali, oder ſie trifft mit andern Baſen zuſammen, und wird dann (§. 14.) durch gegenſeitige Zerlegung an Kali übertragen.

Die Salpeterſäure bildet ſich von ſelbſt aus ihren beiden Beſtandtheilen aus Sauerſtoff und Stickſtoff. Erſterer wird von der atmoſphäriſchen Luft hergegeben, letzterer von verweſenden thieriſchen Subſtanzen, in welchen er ſich mit Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Kohlenſtoff verbunden befindet, von dieſen löſt er ſich durch die Verweſung, und tritt mit dem Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft in neue chemiſche Verbindung. Es ſoll ſich dabei auch aus dem Stickſtoff und Waſſerſtoff der thieriſchen Subſtanz Ammoniak bilden, was ſich luftförmig in der Umgebung verbreitet, und als eine ſehr kräftige Baſis beſonders ſtark die Bildung der Salpeterſäure hervorruft, ſich mit dieſer verbindet, ſie dann aber wieder an ſtärkere Baſen, Kali, Kalk u. ſ. w. abgiebt.

§. 31.

Zur freiwilligen Bildung von Salpeterſäure gehören daher:

1) thieriſche Subſtanz (zur Hergabe des Stickſtoffs);

2) atmoſphäriſche Luft (zur Hergabe des Sauerſtoffs), da der in der thieriſchen Subſtanz enthaltene, nicht ausreicht;

3) Feuchtigkeit, weil ſalpeterſaures Gas ſich nur als Hydrat bilden kann, und weil Feuchtigkeit zur Verweſung, die den Stickſtoff frei macht, nöthig iſt.

4) ein ſtark chemiſch poſitives Metalloxyd, (eine Baſis), um die Bildung der Salpeterſäure durch prädisponirende Verwandtſchaft zu begünſtigen.

Die thieriſche Subſtanz muß nur eben feucht, nicht naß ſeyn; da bei ſehr niedrer Temperatur alle chemiſchen Proceſſe träge gehn, bei ſehr hoher ſich aber das Salpeterſäurehydrat verflüchtigen würde, ſo darf die Temperatur nur eine mittlere (10 bis 15 °C.) ſeyn. Die Luft muß mit der feuchten thieriſchen Subſtanz in ruhigem Kontakt bleiben, nicht oft wechſeln, weil eine gewiſſe Zeit zur Einleitung der Salpeterſäurebildung gehört, und Luftzug auch das gebildete Hydrat wegführen würde, ohne daß es ſich an das poſitive Paar bindet; deshalb ſcheint auch Licht, was partielle Erwärmung der Luft, alſo Zug bewirkt, der Salpeter-

Digitized by Google

säurebildung nicht günstig. Es ist eine eigenthümliche, noch nicht erklärte Erscheinung, daß die Salpeterbildung ansteckend ist, so daß es sehr viel leichter ist, Salpetersäuren in einer Masse zu entwickeln, wenn man schon in Salpeterbildung begriffene Materialien hinzubringt. So dauert es lange, ehe in Kalksteinen die Bildung salpetersauren Kalks beginnt; ist dies aber erst in einigen Stellen geschehen, so überträgt sich die Bildung bald auf ganze Mauern oder Felsen.

Nach einigen Beobachtungen gehören 225 Theile trockne organische Substanz und 75 Wasser dazu, um die Salpetersäure, welche sich in 100 Theilen Salpeter befindet (s. §. 21.), zu bilden. Als Basis dienen in den meisten Fällen Calciumoxyd (Kalk) und Magnesiumoxyd (Magnesia), seltner Kaliumoxyd (Kali). Diese Basen sind immer mit Kohlensäure in Verbindung, welche von der sich bildenden stärkeren Salpetersäure ausgetrieben wird.

§. 32.

Ueberall, wo die freiwillige Bildung salpetersaurer Salze, an Kalkfelswänden statt hat, pflegt sie nur etwa 12 bis 14 Fuß vom Boden aufwärts, und zwar allmählig von unten nach oben abnehmend einzutreten; sie dringt dabei selbst in den lockersten Kalkstein, der sonst das günstigste Material ist, nur etwa 15″ ein. Wo die Bildung der salpetersauren Salze in der Erde statt hat, geht der eigentliche Proceß immer unter der obern Kruste vor sich, und nur das verdunstende Wasser führt das salpetersaure Salz an die äußere Fläche, wo es sich in feinen Krystallen als weißer Beschlag anlegt. Sobald die äußere salpetersaure Salze haltige Schicht, sei es von der Felswand oder von der Erdoberfläche, fortgenommen oder ausgelaugt ist, beginnt die Bildung von salpetersaurer Salze sogleich wieder.

§. 33.

Auf diese Weise bilden sich nun unter günstigen Umständen fortdauernd salpetersaure Salze in der Natur ganz von selbst. Wo diese Bildung für das Bedürfniß nicht ausreicht, wie z. B. in den nördlicheren Gegenden, kommt man denselben durch absichtliches Herbeiführen günstiger Umstände zu Hülfe.

§. 34.

Die von selbst eintretende Bildung salpetersaurer Salze liefert in den 22 Ceyloner Höhlen, welche aus Kalkfelsen, Feldspath und Talk bestehen, einen nur wenig verunreinig-

Digitized by Google

ten Salpeter. Die dort gefundene Erde beſteht nämlich in 100 Theilen aus

73,0 Salpeter,
21,0 ſalpeterſ. Magneſia und Kalkerde,
6,0 ſchwefelſaure Magneſia.

In der Höhle von Memoora, wo 16 Arbeiter jährlich etwa 120 Ctr. Salpeter gewinnen, enthielt die Felsmaſſe (Kalk, Feldſpath, Talk, Glimmer) in 100 Theilen

2,4 Salpeter,
0,7 ſalpeterſ. Magneſia,
0,2 ſchwefelſ. dito,
26,5 kohlenſauren Kalk,
60,8 Erden,
9,4 Waſſer.

In der Grotte Pulo bei Molfetta in Apulien enthalten 100 Theile des weißen zuckerähnlichen 2 — 3 Linien dicken Rinde des gelblichen Kalkſteins:

42,6 Salpeter,
25,5 ſchwefelſ. Kalk (Gyps),
30,4 kohlenſ. Kalk (Kalkſtein),
0,2 Chlorkalium,
1,3 Waſſer.

In Oſtindien bei Patna am öſtlichen Ufer des Ganges bildet ſich nach der Regenzeit an den Stellen, wo Vieh gelagert hat, Salpeter, der beim Verflüchtigen des Waſſers ſich nach Außen begiebt und dort anſchießt. Dieſer Beſchlag, den eigne Salpeterſammler um Sonnenaufgang ſuchen und auslaugen, enthält in 100 Theilen

8,3 Salpeter,
3,7 ſalpeterſauren Kalk,
0,8 ſchwefelſauren Kalk,
35,0 kohlenſauren Kalk,
40,0 Erden,
0,2 Chlornatrium,
12,0 Waſſer und Pflanzen.

Je regneriſcher das Jahr iſt, deſto größer iſt die erzeugte Salpetermenge. Der Salpeter ſchießt in 2 bis 3 Linien langen ſpießigen Kriſtallen aus. Auch in körnigen in Thon eingehüllten Kriſtallen kömmt Salpeter in Oſtindien vor. In dem Diſtrikte Tirhoot werden die Bauſteine (Kalk) von der Salpeterbildung zerfreſſen; man kann an feuchten Stellen alle 2 bis 3 Tage den Salpeter korbweiſe wegnehmen. Aehnlich verhält es ſich mit der Salpeterbildung in den Höhlen von Perſien und Aegypten und denen von Frankreich,

Digitized by Google

deren Felsmasse Kreide ist, die zu Ställen, Kellern dienen, und wo die Salpeterbildung besonders an den offnen nach Mittag zu liegenden Seiten statt hat. In China laugt man, um Salpeter zu gewinnen, den rothen Schlamm eines bei Peking liegenden, im Sommer austretenden, Sees aus. — In der Krimm treibt man das Vieh auf Torfstellen, sticht dann den Torf, benutzt ihn als Brennmaterial, und laugt die Asche aus, die 5 Prozent Salpeter giebt. In Ungarn legt man an den Dörfern schräge Flächen, Kehrplätze von sandiger, nicht lehmiger Erde, an, über die der Urin und die anderen organische Stoffe enthaltenden Flüssigkeiten herablaufen und einziehn. Der gebildete Salpeter schießt dann nach dem Abtrocknen des Regens oder der Frühjahrfeuchtigkeit oder nach trocknen Winden auf der Oberfläche als weiße Kristalle aus, und wird mit Besen zusammengekehrt, oder aber man nimmt die obere Erde mit einem Pfluge ab und laugt sie, ohne Pottasche zuzusetzen (s. unten) aus. 40 Quadratklafter der Plätze geben jährlich, wenn man 6mal abkratzt, bis zu einem Centner ziemlich reinen Salpeter. Statt dessen baut man auch wohl in der Schweiz und Frankreich Schaafställe auf Bergabhängen, füllt den schrägen Theil unter dem Fußboden mit weicher Erde, die man mit Stroh mengt, in dieser sammelt sich die Mistjauche und giebt zum Salpeter häufig Veranlassung; man laugt sie erst alle 2 Jahre, dann alle Jahre aus. — In Ost- und Südspanien, so wie in Südfrankreich und Piemont, verfährt man ähnlich. Die Plätze, wo Salpeter gewonnen wird, liegen ebenfalls nahe an den Dörfern und werden von den ablaufenden Flüssigkeiten befeuchtet; außerdem werden diese Plätze im Winter und Frühjahr 3 bis 4 mal beackert. Im heißen Sommer begiebt sich der einige Zolle unter der Erde gebildete Salpeter nach Außen, man nimmt die obere Schicht fort, und laugt sie aus, wo man fast reinen Kalisalpeter, der nur etwa $^1/_{10}$ andre salpetersaure Salze enthält, gewinnt. Man bringt die Erde dann wieder aufs Feld und im nächsten Jahre ist sie wieder auslaugewürdig. — In dem nördlichen Italien bildet sich unter den Dächern, worunter man das Vieh bei schlechtem Wetter treibt, ebenfalls eine sehr beträchtliche Menge Salpeter.

§. 35.

Im mittlern Europa, z. B. in Frankreich, tritt die freiwillige Salpetersäurebildung schon in die Räume, die besonders günstige Umstände für Salpeterbildung bieten, also

Digitized by Google

in feuchte Keller, Ställe, Mistplätze u. s. w., zurück, und ist hier doch so weit ergiebig, daß es keiner künstlichen sie begünstigenden Proceduren bedarf, wenn nicht ungewöhnlich große Bedürfnisse zu künstlichen Mitteln Zuflucht zu nehmen zwingen.

§. 36.

Man benutzt in Frankreich den Schutt abgerissener Häuser, besonders den des unteren Theils derselben (bis 12′ hinauf); der dicht am Erdboden war etwa 5 Prozent Salpeter enthaltend; ferner den äußern Mörtelanwurf (der etwa 3″ tief Salpeter enthält), den unteren Theil der Mauern, die obere Erdschicht aus Kellern, Scheunen, Ställen, Taubenhäusern, engen Straßen, unter den Fußböden des Parterres, auch wohl einzelne Steine aus den Mauern, die besonders salpeterhaltig scheinen, d. h. weiß beschlagen, meist aufgerissen, frei von Moos u. s. w. sind. Obwohl dieses droit de fouille durch Gesetze sehr beschränkt ist, so bleibt es für die Einwohner doch sehr lästig. Der so gewonnene Salpeter heißt Mauersalpeter, oder wenn er in den untersten Etagen, wo er sich wie ein feinhaariger Beschlag an die Wände legt, von diesen abgekratzt wird, Kehrsalpeter. Die Grunderde, welche in Oesterreich aus den Ställen, Kellern, unter den Thorwegen u. s. w., bis zu etwa 10″ Tiefe ausgegraben wird, giebt auf den Kubikfuß $\frac{1}{8}$ bis $\frac{5}{8}$ Pfund Salpeter, neben salpetersaurem Kali enthält diese Erde immer noch viel von andern salpetersauren Salzen.

§. 37.

Das nördliche Deutschland, England, die Schweiz, Schweden u. s. w., beziehen den Salpeter entweder vom Auslande, besonders von Ostindien, oder sie legen künstliche Anstalten, wo sich salpetersaure Salze bilden, sogenannte Salpeterplantagen an. Das letztere ist wohl auch schon in Ländern geschehen, wo für gewöhnlich der Bedarf durch die freiwillige Salpeterbildung gedeckt ist, aber ungewöhnlich große Mengen durch Kriege u. s. w. erforderlich wurden. Der so gewonnene Salpeter (künstlicher S.) wird, wenn nicht Arbeitslohn und Brennmaterial sehr wohlfeil sind, theuer, aber er sichert die Selbstbeschaffung dieses so wichtigen Artikels.

§. 38.

Die Plantagen sind zwar in den verschiedenen Ländern verschieden eingerichtet; im Allgemeinen stimmen sie aber darin überein, daß sie die im §. 31. gegebenen Bedingungen für die Bildung salpetersaurer Salze zu erfüllen suchen.

Digitized by Google

Es muß daher bei ihnen für das Vorhandenseyn thierischer Substanz, und zwar für die am vortheilhafteſt wirkende, geſorgt ſeyn. Nach der Erfahrung ſind dies Reſte pflanzenfreſſender Thiere, beſonders die flüſſigen, z. B. Blut, demnächſt die weichen Theile des Körpers; am beſten wirkt Miſt, beſonders Schaafmiſt; zu vermeiden ſind dagegen Knochen, Wolle und Haare. Da zur Verweſung friſcher thieriſcher Subſtanzen bis zu dem Punkte, daß ſie Stickſtoff freimachen, etwa ¼ bis ein halbes Jahr erforderlich iſt, ſo wendet man, um die Salpeterbildung zu beſchleunigen, gern eine ſchwarze humusreiche Erde an, die durch Dünger u. ſ. w. ſchon in voller Verweſung begriffne thieriſche und Pflanzen-Subſtanz enthält; hat man außerdem noch thieriſche Subſtanzen, ſo mengt man ſie damit. Es iſt immer ſehr vortheilhaft, wenn die Erde ſchon ſalpeterhaltig iſt; dies befördert und beſchleunigt die weitere Salpeterbildung ſehr; dieſer Salpetergehalt kann leicht am Geſchmack, an dem weißen Beſchlage und durch Auslaugen erkannt werden. Man darf deshalb die zu Plantagen beſtimmte Erde nicht tiefer als höchſtens einen Fuß von der Oberfläche nehmen, weil in Europa die Salpeterbildung nicht tiefer eindringt. Man läßt die Erde, beſonders Moraſterde, ehe man ſie in die Plantage bringt, noch gern einige Zeit, bis etwa ein Jahr, an der Luft dünn ausgebreitet liegen, wodurch die Salpeterbildung begonnen oder die Salpetermenge vergrößert wird. Mit der Erde gemengt werden die Subſtanzen, welche die Baſis hergeben; dazu dienen Pflanzen, welche nach der Verweſung das eſſigſaure Kali, welches in ihren Säften enthalten war, in kohlenſaures umwandeln; auch kann man hier beſonders von den §. 28. genannten ſalpeterhaltigen, ſo wie von ſtickſtoffreichen Pflanzen, z. B. Getreide, Gebrauch machen; außer den Pflanzen giebt man noch Aſche (die ebenfalls das kohlenſaure Kali der Pflanzen enthält), Laub, aber keine Nadeln, junge Zweige, Walderde, Tabackblätter, Gartenerde, Seifenlaugen (alle kalihaltig), und beſonders Kalk und Magneſia, weil dieſe beiden Baſen mehr als das ſonſt ſtärkere Kali die Bildung der Salpeterſäure zu begünſtigen ſcheinen. Nur ſo lange die Maſſe kohlenſauren Kalk enthält, geht die Salpeterſäure-Bildung fort, daher muß man dafür ſorgen, daß dieſer nicht allmählig erſchöpft wird, und fein vertheilten zuſetzen. Dieſen Kalkgehalt bringt man im Mergel, Lohgerberkalk, Mörtel, eiſenhaltigen Kalkſtein, Mauertrümmer, und ungelöſchten Kalk u. ſ. w., am beſten ſehr fein vertheilt in

Digitized by Google

ausgelaugter Asche ein, Gyps (schwefelsauren Kalk), vermeidet man dagegen, weil die sich bildende Salpetersäure diesen nicht zerlegen kann, da Schwefelsäure stärker chemisch negativ ist als sie, doch kann man schwefelsaures Kali anwenden, da dies durch kohlensauren Kalk zerlegt wird und sich Gyps und kohlensaures Kali bildet. Die Magnesia bringt man in Magnesit u. s. w. ein. Thon oder Sand und andere blos Kiesel- und Thonerde enthaltende Steine vermeidet man, da sie für die Salpeterbildung indiferent sind. Alle diese Substanzen sind innig mit den thierischen zumengen. Außerdem müssen noch Reisig, Dornen, Stroh und ähnliche Körper zur Mengung kommen, welche sie locker machen, damit die atmosphärische Luft sie durchdringen könne. Kohlenpulver und Chlorcalcium sind vortheilhaft, weil sie die Masse feucht erhalten; man ordnet die Mengung mehr schichten oder wandartig als haufenweise, und durchlöchert sie so viel als thunlich, damit sie möglichst viel Fläche, für die Berührung der atmosphärischen Luft erhalte. Ferner gräbt man die Masse oft um, damit alle Theile mit der Luft in Berührung kommen. Bei Wänden ist in Bezug auf ihre Stärke die obige Erfahrung zum Grunde zu legen, daß sich die Salpeterbildung höchstens einen Fuß tief erstreckt; und daß im mittleren Europa die Salpeterbildung sich auf der Nordseite am stärksten zeigt, so daß man die Wände etwa 3′ dick macht und von Ost nach West legt. — Durch Umfassen mit Wänden und bedecken mit Stroh- oder Brettdächer, sucht man das zu starke Licht abzuhalten, so wie den Luftzug und das Eindringen des Regens zu verhüten, und eine feuchte dunkle gesperrte Luftschicht, um die anwesenden Substanzen, so wie eine mittlern von der äußeren Umgebung unabhängige Temperatur zu erhalten. Da dies Alles bei Wänden schwer zu erreichen, und dabei die Masse nicht locker genug zu halten ist, die Stürme überdies die Wände häufig umwerfen, so wendet man nicht überall (wie früher in Nord-Deutschland üblich) wandartige Plantagen an, sondern giebt ihnen auch die Form von Pyramiden von 4 bis 5 Ellen Seite (in Oestreich), die in Gebäuden oder im Freien aufgesetzt werden, oder bildet Haufen in hölzernen Schuppen (Schweden). Das Befeuchten, welches besonders nach dem Umgraben, oder so oft statt hat, daß die Masse nie trocken wird, geschieht am besten mit thierischen oder pflanzlichen verwesenden Substanzen (besonders salpeterhaltigen Pflanzen, grünes Laub u. s. w.) enthaltendem Wasser, mäßig aber oft. Urin ist weniger zu

Digitized by Google

empfehlen, weil er viele fremde Salze enthält, doch scheint er die Salpeterbildung sehr zu vermehren. Blut, Tabackslauge und Mistjauche ist jedenfalls besser; das letzte halbe Jahr vor dem Auslaugen begießt man aber nur mit Wasser, indem die so spät aufgebrachten thierischen Stoffe nicht mehr vollständig verwesen können, und den Salpeter mit sehr viel braunen Extraktivstoff verunreinigen würden; ob es vortheilhaft seyn sollte, nach Vorschlag von Dümas, Kohle, besonders Thierkohle und Chlorcalcium, welche Feuchtigkeit aus der Luft ziehn, in die Stoffe zu mengen, ist noch nicht versucht.

§. 39.

Die äußersten Schichten dieser Plantagen entfernt man, wenn sich Salpeter darin gebildet hat, und legt sie unter bedeckten Schuppen noch der Luft aus, wo sich die Menge der salpetersauren Salze noch vermehrt. — Die so blos gelegte Fläche der Masse zeigt bald auch Salpeterbildung. Je öfter dieselbe Erde zur Salpeterbildung benutzt ist, desto rascher tritt diese wieder in ihr ein, wenn nicht ihr Gehalt an kohlensaurem Kalk erschöpft ist. Bei gehöriger Benutzung des Mistes u. s. w. giebt jedes Stück Rindvieh, dessen Mist für Plantagen benutzt worden, jährlich 4 bis 12 Pfund Salpeter, je nach dem Klima.

§. 40.

Sei nun die Salpetersäure auf welche Weise immer entstanden, so muß sie mit den Basen, an welche sie gebunden, aus den übrigen Stoffen herausgezogen, und, so weit sie dies noch nicht ist, an Kali gebunden werden. — Das Ausziehn kann nur durch Wasser, welches die salpetersauren Verbindungen auflöst, geschehen. Dies Wasser muß später durch Verdampfen wieder entfernt werden; dies ist wegen der dazu erforderlichen Vorrichtungen und des nöthigen Brennmaterials mit Kosten verknüpft, und die nach den äußeren Umständen verschiedene Größe derselben im Verhältnisse zum Preise des Salpeters, wird bestimmen, wie viel salpetersaure Verbindung eine Masse enthalten muß, wenn das Ausziehn derselben lohnen soll. — Bei geringen Kosten des Brennmaterials und übrigens günstigen Umständen kann man eine Masse, die nur $^5/_6$ Prozent ihres Gewichts an salpetersauren Verbindungen enthält, schon mit Vortheil auslaugen. Selbst in Ostindien steigt sie nicht über 16 Prozent. Das Wasser löst aus dem Gemenge nicht blos die salpetersauren Verbindungen, sondern auch die andern auflöslichen vorhandenen Substanzen auf, von denen man den Salpeter später

Digitized by Google

befreien muß, es sind dies Chlornatrium, welches aus den thierischen Stoffen kommt, und durch Zerlegung mit salpetersaurem Kali, Kalk, Magnesia noch Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlormagnium und salpetersaures Natrum giebt; ferner schwefelsaures Kali, etwas schwefelsaurer Kalk, etwas in freier Kohlensäure gelösten kohlensaurer Kalk, und dann thierischer Eiweiß- und mehr oder weniger brauner Extraktivstoff. Es wäre möglich, schon beim Ausziehn der Masse einen Theil dieser sich mit auflösender Substanzen durch Anwendung chemisch auf sie wirkenden, d. h. sie auflöslich machenden Mittel aus der Auflösung zu halten, und so die salpetersauren Verbindungen, die man zugleich in Kalisalpeter umwandelte, reiner zu erhalten; allein es ist ökonomischer, dies erst nach dem Auflösen zu thun.

§. 41.

Um zu übersehn, welche Quantität salpetersaurer Salze in einem auszulaugenden Material vorhanden ist, und wie viel von der Salpetersäure nicht an Kali gebunden, nimmt man eine Probe von den auszulaugenden Materialien von etwa 5 Pfund, bringt sie in einen reinen Kessel und gießt $2\frac{1}{2}$ Pfund weiches Wasser darüber. Man erhitzt das Wasser zum Kochen, gießt das Ganze durch ein leinenes Tuch, und filtrirt die Flüssigkeit noch durch Papier. Dann gießt man kochendes Wasser durch das Tuch auf das Filtrum, bis das aus diesem ablaufende Wasser beim Abdampfen keine weiße Salzhaut läßt. Ist die Flüssigkeit ganz dunkelbraun gefärbt, so enthält die auszulaugende Masse noch zu viel Extraktivstoff, um den Salpeter auf einfachem Wege davon reinigen zu können, und man legt sie dann auf noch längere Zeit an die Luft, um diesen in Salpeter umzubilden. Ist sie nur hellbraun, so bringe man sie wieder ins Kochen, worin man sie lange erhält und setze in kleinen Portionen so lange thierische mit Salzsäure ausgezogene ausgewaschene, getrocknete und eben stark erwärmte Kohle hinzu, bis die Flüssigkeit entfärbt ist. Man gieße sie dann wieder durch ein Filtrum wiederhole es bis sie klar ist, und süße den Rückstand auf dem Filtrum vollständig aus. Man untersucht nun, wie viel Kalisalz zugesetzt werden müsse, um den Kalk, Magnesia Salpeter vollständig zu zersetzen. Man nehme dazu von dem im Großen anzuwendenden Zersetzungsmittel (§. 44.) eine abgewogene Menge, und behandle sie mit destillirtem Wasser, wo man, wenn die Auflösung nicht klar ist (wie bei Anwendnng von Asche, Pottasche u. s. w.) sie filtrirt, und das Filtrum aussüßt. Die

Digitized by Google

erhaltne Flüssigkeit wiegt oder mißt man mit einem graduirten Gefäße, (z. B. einem Unzenglase). Man gießt nun diese letztere Flüssigkeit (Probeflüssigkeit) in sehr kleiner Menge zu der Salpeterauflösung; entsteht keine Trübung, so ist kein Kalk- oder Magnesia-Salpeter vorhanden; wird sie aber trübe, so läßt man sie sich wieder klären, was rascher geht, wenn man sie etwas warm hält, und bald nach dem Zugießen stark umrührt. Ist sie wieder klar, so setzt man abermals eine kleine Menge Probeflüssigkeit zu, und fährt auf ganz gleiche Weise fort, bis keine Trübung mehr entsteht, wo man dann die verbrauchte Menge bestimmt. Hieraus ist leicht zu berechnen, wie viel auf 100 Pfund der auszulaugenden Masse von dem Zersetzungsmittel anzuwenden seyn wird, doch muß man hierbei noch einen zuzusetzenden Ueberschuß von $\frac{1}{8}$ der gefundnen Menge rechnen, die bestimmt ist, den Natrumsalpeter zu zerlegen. — Um nun die vorhandne Menge Salpetersäure und daraus die zu gewinnende Menge Salpeter zu ermitteln, setzt man zu der obigen mit der Probeflüssigkeit versetzten filtrirten Flüssigkeit so lange verdünnte Salzsäure, als sich Aufbrausen zeigt, und theilt nun die Flüssigkeit durch Messen in zwei gleiche Theile. Den einen Theil (Portion A) dampft man auf einem Sandbade, bis zur völligen Trockne ab, wäscht ihn, mengt ihn mit 80 Theilen feingepulvertem Schwefel und 400 Theilen Glaspulver, und glüht ihn in einem Porzellantiegel, bis die erst braun werdende Masse wieder vollkommen weiß ist. Dann löst man die Masse wieder in so viel Wasser, daß das Volumen etwa der nicht verdampften Portion B gleich ist. Man nimmt nun eine genaue abgewogene Probeflüssigkeit, in welcher auf 10 Gewichtstheile Wasser genau Ein Theil Chlorbaryum gelöst ist, und gießt in sehr kleinen Portionen in die Portion A, bis keine Trübung mehr erfolgt, und bestimmt durch abermaliges Wiegen wie viel von der Probeflüssigkeit verwandt worden. Eben so macht man es mit Portion B. Die hier verwendete Menge der Probeflüssigkeit ziehe man von der bei A verwandten ab. 100 Theile des Ueberschusses (A — B) entsprechen 97,4 Theilen salpetersauren Kali, welche aus dem probirten Theile der Masse zu ziehen ist. Hieraus läßt sich der Gehalt von Salpeter berechnen, und somit bestimmen, ob es lohnend sei, unter den obwaltenden Umständen die Masse auf Salpeter zu benutzen.

Digitized by Google

Läuterung.

§. 42.

Gewöhnlich wird das Ausziehn der salpetersauren Salze aus den sie enthaltenden Materiale, und das dabei gleich vorzunehmende Binden aller Salpetersäure an Kali, welches den sogenannten Rohen Salpeter giebt, von den Operationen, welche den Salpeter von den fremden Salzen befreien, getrennt, oder wenn man auch die ersten Operationen, die man das 1ste und 2te Raffiniren nennt, an einem Orte vornimmt, so bleibt doch die letzte, das 3te Raffiniren, bis zum Orte der Verarbeitung aufgespart. Alle diese Operationen würden aber am besten am Erzeugungsorte des Salpeters vereinigt, und in einandergreifend bis zur vollständigen Reinigung des Salpeters fortgeführt, wodurch der Salpeter viel wohlfeiler und die Arbeit in den militärisch-technischen Instituten sehr vereinfacht werden dürfte; namentlich wenn man sich die Mühe gäbe, vor jeder Operation mit einer neuen Gattung Materialien sich nach der §. 41. gegebenen Methode von der Zusammensetzung der aus den Materialien erhaltenen Auflösung zu überzeugen, und danach, besonders in Bezug auf die Menge des anzuwendenden Wassers, die vorzunehmende Operation einzutheilen, und die früheren mit den späteren zu combiniren. Geschieht dies nicht, so kann man beim Raffiniren bis 10 Prozent reinen Salpeter außer den Unreinigkeiten verlieren.

§. 43.

Die verschiedenen Operationen, welche mit der Auflösung vorgenommen werden, um aus ihr die Salpetersäure, und zwar an Kali gebunden, auszuscheiden, und von den übrigen mit aufgelösten Substanzen mit möglichst geringem Verluste an Salpeter zu trennen, sind etwas verschieden, je nachdem das Material Kalk oder Erde ist. In ersterem befindet sich viel salpetersaurer Kalk, der in salpetersaures Kali umgewandelt werden muß. In den Erden ist diese Umwandlung weniger erforderlich, indem sie meist alle Salpetersäure schon an Kali gebunden haben, allein dagegen enthalten sie viele organische, mit in die Auflösung gehende Substanz (Eiweiß- und Extraktivstoff). Doch sind die Principien der Reinigung im Allgemeinen dieselben, nur daß je nach der Art des Materials einzelne Elemente derselben mehr hervortreten.

Digitized by Google

§. 44.

Salpeterſaurer Kalk und Magneſia und Natrum können beide durch kohlenſaures Kali, erſteres auch durch ſchwefelſaures zerlegt werden. Das wohlfeile, bei vielen Operationen fallende ſchwefelſaure Kali zerlegt zwar auch die ſalpeterſaure Magneſia, allein da die ſich dabei bildende ſchwefelſaure Magneſia in Waſſer löslich iſt, ſo würde ſie in der Auflöſung bleiben, und müßte ſpäter durch Kriſtalliſiren weggeſchafft werden, während die kohlenſaure, ſo wie der kohlenſaure und ſchwefelſaure Kalk, unauflöslich zu Boden fallen und herausgenommen werden. Man muß daher, wenn man ſchwefelſaures Kali anwenden will, zuerſt die Magneſiaſalze durch Hinzufügung von Kalkmilch in Kalkſalze umwandeln, wobei auch die ausgeſchiedene Magneſia zu Boden fällt. — Wendet man Aſche an, welche zwar etwas ſchwefelſaures Kali, aber im Ueberſchuſſe kohlenſaures enthält, ſo iſt dieſe vorläufige Zerlegung der Magneſiaſalze nicht erforderlich. — Der Eiweißſtoff hat die Eigenthümlichkeit in kochender Salpeterauflöſung vollſtändig zu gerinnen, und ſich als ſpezifiſch leichterer Schaum oben auf die Flüſſigkeit zu ſetzen; er dient bei dieſem Gerinnen mit dazu, die in den Auflöſungen ſchwimmenden unauflöslichen Theile wie ein Filtrum nach oben mitzunehmen. Die Menge des Eiweißſtoffs durch zugegebenes Blut oder Leim (der ähnlich wirkt) aus dieſem Grunde noch abſichtlich zu vermehren, iſt nachtheilig. Um allen gewonnenen Eiweißſtoff ſicher nach oben zu bringen, iſt das Erhitzen der Auflöſung bis zum ſtarken Aufkochen oder das Eingießen von etwas kaltem Waſſer, was ſich im Keſſel nach unten ſenkt, und dadurch eine Strömung nach oben bewirkt, vortheilhaft. Man kann mit dem bloßen Abſchöpfen ſchwer allen gewonnenen Eiweißſtoff entfernen, und er ſetzt ſich demnächſt wieder an den gereinigten Salpeter feſt. Es iſt daher für die völlige Reinigung vortheilhafter, die Salpeterauflöſung ſo lange durch doppelte mit etwas reinem Sand gefüllte tuchne oder leinene Filtrirbeutel zu gießen, bis die Auflöſung ganz klar iſt, wodurch jede Spur von Eiweißſtoff entfernt wird. Um aber den dem Schaume anhängenden Salpeter ſichrer wieder zu gewinnen, als es durch Auswaſchen der Filtren möglich wird, iſt es vortheilhafter, die bedeutende Menge Schaum, welche ſich im erſten Abſchnitte der Läuterung abſetzt, durch durchlöcherte Kellen zu entfernen, und ihn zu den Rohmaterialien zu geben, und erſt die mehr gereinigten Auflöſungen durch die Filtren zu gießen. — Der färbende Extraktivſtoff läßt

Digitized by Google

ſich auf zwei Wegen entfernen, einmal indem man ihn durch vieles Waſſer allmählig aus dem Salpeter fortnimmt, oder aber, indem man ihn durch thieriſche Kohle, die man warm in die Auflöſung bringt, aufſaugen läßt. Auf beide Weiſen iſt es ſchwer, größere Verluſte an Salpeter zu verhüten. — Von den mit dem Salpeter in der Auflöſung befindlichen fremden Salzen bilden Chlorcalcium und Chlorkalium den weſentlichen Theil, und zwar pflegt im Durchſchnitt von dem Chlorcalcium doppelt ſo viel als vom Chlorkalium vorhanden zu ſeyn. Die übrigen ſind meiſt in ſo geringer Menge vorhanden, daß man auf ſie nicht beſonders Rückſicht zu nehmen braucht; indem ſie beim Fortſchaffen der beiden Chlorverbindungen jedenfalls mit entfernt werden. — Das Abſcheiden dieſer Chlorverbindungen vom Salpeter beruht auf der ganz verſchiednen Auflöslichkeit jener Verbindungen und des Salpeters in Waſſer. Auf der Tafel I., wo die Kurve AB die Auflöslichkeit des Salpeters zeigt, iſt auch durch die Linie CD die des Chlornatriums, und durch EF die des Chlorkaliums gegeben; die zur Trennung der beiden letzteren Salze vom erſtern einzuſchlagenden Wege werden dadurch anſchaulich. Es giebt nämlich Einen Punkt, der bei etwa 20 Grad Reaumur liegt, alſo etwa der mittleren Temperatur im Sommer und in geheizten Räumen entſpricht, bei dieſem ſind alle drei Salze gleich löslich, hier können ſie nicht durch Waſſer ohne großen Verluſt an Salpeter getrennt werden, indem auf jeden Theil fortzuſchaffende Chlorverbindung man auch einen Theil Salpeter mit fortſchaffen würde. Nur bei ſehr geringen Mengen Chlorverbindungen könnte alſo ein Auswaſchen mit Waſſer von 15 bis 20° die Reinigung ohne große Verluſte bewirken. Ein Auswaſchen mit geſättigter Salpeterauflöſung wäre nicht wohlfeiler. Man muß daher entweder viel niedrigere Temperatur als 15° anwenden, wo das Waſſer viel Chlorverbindungen mit wenig Salpeter auflöſt und den reinen überflüſſigen Salpeter unaufgelöſt zurückläßt, oder man muß den Salpeter in ſehr heißem Waſſer auflöſen, und es bis zum Kochpunkt bringen, es wird dann entweder, wenn nur eben ſo viel Waſſer da iſt, als zur Auflöſung des Salpeters in höchſter Temperatur nöthig iſt, ein Theil der Chlorverbindungen ungelöſt bleiben, die man mit der Auflöſung fortſchafft, oder wenn nur ſo wenig Chlorverbindungen vorhanden waren, daß ſie von dem für den Salpeter erforderlichen Waſſer mit aufgelöſt werden konnten, ſo wird man die Auflöſung erkalten laſſen. Es fällt dann der reine Salpeter, der vom

Digitized by Google

kalten Wasser nicht mehr gelöst gehalten werden kann, nieder, und in der Auflösung bleiben die Chlorverbindungen (für die es gleichgültig ist, ob das Wasser heiß oder kalt ist) und so viel Salpeter als das Wasser bei 15° lösen kann.

§. 45.

Wendet man kaltes Wasser zur Läuterung an, so würde schon bei 8° beim Auswaschen nur $\frac{1}{3}$ Salpeter auf 1 Chlorverbindung gelöst werden, z. B. bei einem Salpeter, der 9 Theile Chlorverbindungen und 91 Theile reinen Salpeter enthielte, würde man durch kaltes Wasser 12 Theile (9 Chlorverbindungen, 3 Salpeter) auswaschen und 87 Theile reinen Salpeter ungelöst behalten. Wählt man sehr kühle Jahreszeit und bringt die ganze Wassermenge auf einmal auf, wodurch die Temperatur noch bedeutend sinken würde, da Salpeter in Wasser gelöst, Wärme bindet, so könnte man die Auflösungskraft des Wassers für Salpeter noch bedeutend vermindern, und so die Waschwasser noch viel freier von Salpeter erhalten, also eine größere Ausbeute an unaufgelöst bleibenden reinen Salpeter bekommen.

§. 46.

Wenn das kalte Wasser allein als Reinigungsmittel angewendet werden sollte, so müßten die Salpeterkristalle erst gekleint werden, damit das Wasser, das sonst nicht in die festen Kristalle eindringen könnte, alle fremden Salze herauslöste. Die Chlorverbindungen befinden sich aber meist an der Oberfläche der Salpeterkristalle, da sie von der dieser anhängenden Mutterlauge herrühren. Man kann daher wenigstens einen großen Theil der Chlorverbindungen wegschaffen, wenn man die ungekleinten Salpeterkristalle äußerlich mit kaltem Wasser gut abwäscht, gleichviel ob es schon Salpeter aufgelöst enthält, oder ihn erst beim Aufgießen auflöst, ob es ganz rein von fremden Salzen ist, oder als mehrmals gebraucht schon etwas davon enthält. Salpeter der schon auf dem heißen Wege behandelt ist, und bei dem die geringe Unreinigkeit fast nur noch äußerlich anhängt, kann auf diese Weise vollends gereinigt werden, und diese Methode ist weniger kostbar und zeitraubend, als wenn man die letzte Reinigung auch auf heißem Wege annimmt. Da kaltes Wasser nur langsam auflösend wirkt, so muß es mehrere Stunden mit den Kristallen in Berührung bleiben, wenn es vollständig wirken soll; durch Umrühren kann diese Zeit sehr verkürzt werden. Eine Verlängerung derselben kann jedenfalls keinen Nachtheil bringen. Man

Digitized by Google

thut daher am beſten, den Salpeter mit der Flüſſigkeit (etwa $\frac{1}{3}$ dem Gewichte nach) in Kufen zu begießen, ihn möglichſt kalt zu halten, und ihn 1 bis 2 Stunden lang umrühren zu laſſen. Soll ein eben aus der Mutterlauge ausgeſchiedener Salpeter durch kaltes Waſſer vollends gereinigt werden, ſo muß die anhängende Flüſſigkeit erſt abtropfen. Man thut ſolchen Salpeter in Säcke, die man frei aufhängt, und kommen nun ſelbſt keine Tropfen mehr, ſo drückt man ſie aus, und dann läßt man oben in den Sack das Waſchwaſſer in ſehr kleinen Mengen einlaufen, wodurch der Reſt der Mutterlauge von oben nach unten gewaſchen wird.

§. 47.

Nach §. 44 muß die Hauptläuterung mit heißem Waſſer geſchehen. Die Operation iſt in ihren Einzelnheiten nur dann mit Sicherheit zu führen, wenn man weiß wieviel reiner Salpeter ſich in dem Gemenge befindet (ſ. Probe §. 41). Die Auflöſung muß mit möglichſt wenig Waſſergehalt zum Sieden gebracht werden; dies erhält man bei nur etwa 10 Prozent fremdem Salze am beſten auf die Weiſe, daß man das Waſſer erhitzt, und unter fortdauernden Umrühren immer, wenn es kochen will, friſchen Salpeter zuſetzt, bis der Kochpunkt bis auf 90° geſteigert iſt, oder, was weniger vortheilhaft iſt, daß man erſt den Salpeter einträgt und allmählig Waſſer zuſetzt, bis aller Salpeter aufgelöſt und die kochende Flüſſigkeit ebenfalls jene Temperatur zeigt. Die Methode, den Salpeter in mehr Waſſer als erforderlich aufzulöſen, und es dann bis zur Sättigung abzudampfen, iſt nur dann vortheilhaft, wenn der Salpeter noch mit ſehr vielem Eiweißſtoff verunreinigt iſt (ſ. Probe §. 41), oder wenn er viele fremde Salze (über 10 Prozent) enthält, die dann beim Eindampfen allmählig ſich ausſcheiden, während der Salpeter noch gelöſt bleibt; kennt man aber die Quantität vorhandenen reinen Salpeters vorher ſchon genau, und iſt nur wenig Eiweißſtoff da, ſo verfährt man ökonomiſcher, wenn man gleich nur ſo viel ſiedendes Waſſer aufbringt, daß ſich aller Salpeter mit dem in derſelben Menge Waſſer löslichem fremdem Salze auflöſt, und der Ueberſchuß deſſelben ungelöſt bleibt.

§. 48.

Wie man nun aber zu einer Auflöſung von Salpeter gekommen ſein mag, die bei 90° ſiedet, ſo wird man darin immer auf 100 Theile Salpeter ein beſtimmtes Maximum an fremden Salzen haben. Läßt man dann die Auflöſung unter

Digitized by Google

ſtetem Umrühren erkalten, ſo daß nur ſehr feine Kriſtalle entſtehen, ſo erhält man den Ueberſchuß, welchen die kochende Auflöſung mehr zu ſättigen vermochte als die kalte, an Salpeter. Bei dieſem Abkühlen verdampft aber noch Waſſer, es ſcheidet ſich alſo auch noch der Salpeter aus, den dieſes verdampfte Waſſer bei der niedern Temperatur der Mutterlauge aufgelöſt gehalten hätte. War dabei die kochende Auflöſung gerade für die Menge, welche beim Eintreten des Kochens noch vorhanden war, nicht blos mit Salpeter, ſondern auch mit fremden Salzen geſättigt, ſo fällt beim Erkalten auch noch das fremde Salz, welches theils das heiße Waſſer mehr gelöſt hielt als das kalte (was allerdings wenig iſt), und theils auch dasjenige, was das beim Abkochen verdampfende Waſſer aufgelöſt hatte. Man würde alſo unter dieſen Umſtänden durch die einmalige Läuterung nur ſehr wenig mehr reinen Salpeter erhalten können, da man die Mutterlauge ſo raſch ablaſſen mußte; und zwar müßte die Salpeterausſcheidung durch Ablaſſen der Flüſſigkeit um ſo früher unterbrochen werden, je mehr die Auflöſung auch mit dem fremden Salze geſättigt war. Man kann dieſem Uebelſtande dadurch begegnen, daß man der Mutterlauge während des Erkaltens in kleinen Portionen heißes Waſſer zugiebt, ſo daß immer dieſelbe Menge bleibt, was durch eine oben offene Glasröhre die mit dem Gefäße in Verbindung ſteht, und an der das erſte Niveau bezeichnet wird, ſehr leicht geſchehen kann. Allerdings fällt dann um ſo viel weniger Salpeter beim Erkalten nieder, als das zugegebene Waſſer im kalten Zuſtande aufzulöſen vermag, dafür kann man aber die Geſammtmaſſe bis auf die Lufttemperatur ohne Beſorgniß der Verunreinigung des Innern der Salpeterkriſtalle abkühlen laſſen. Betrug die Menge der fremden Salze nur ſo viel, daß das Waſſer, welches zur Auflöſung des Salpeters beim Sieden nöthig war, etwa $^3/_4$ oder weniger davon geſättigt wurde, ſo iſt das Zugießen des Waſſers nicht erforderlich.

§. 49.

Um die Mutterlauge mit ihren zurückgehaltenen fremden Beimengungen möglichſt aus den Salpeterkriſtallen auszuſondern, iſt es nöthig, dahin zuſtreben, daß dieſe Kriſtalle möglichſt klein werden; es iſt dies durch möglichſt beſchleunigtes Abkühlen, und oftes Umrühren, alſo Stören der Kriſtalliſation, zu erreichen. Die Methode, dieſe im Inneren nicht verunreinigten Kriſtalle auch von den äußerlich anhängenden fremden Salztheilen zu befreien, iſt in §. 56 angegeben.

Digitized by Google

§. 50.

Bei dem Einsieden der Auflösung, die durch das Auslaugen der Rohmaterialien erhalten, so wie bei dem weitern Läutern gewinnt man Kochsalz mit wenigem Salpeter. Um diesen auszuscheiden, bestimmt man wieviel die Salpetermenge beträgt (§. 41), nimmt die zur Auflösung desselben erforderliche Menge kaltes Wasser, läßt es darauf stehen, gießt ab, siedet dies ein, bis auf etwa nur noch $^1/_4$ mehr Wasser als zur Lösung im siedenden Zustande nöthig ist, läßt die Flüssigkeit vom niedergefallenen Salze ablaufen, den Salpeter auskrystallisiren, und giebt ihn zum Rohsalpeter. Die festen Rückstände als Schaum u. s. w., werden zu den rohen Materialien zurückgegeben, die flüssigen als Auflösungsmittel gebraucht, oder wenn dies wohlfeiler ist, abgedampft, und auf diese Weise alles verwerthet. Man kann dann nach den oben gegebenen Principien allen in den Materialien enhalten gewesenen Salpeter gewinnen, was aber in der Praxis dahin beschränkt wird, daß man nur so weit im Ausbringen der Salpetergehalte geht, als die kleinen noch zu gewinnenden Mengen nicht theurer denn die Arbeit werden.

Spezielles Verfahren des Ausziehens und Läuterns.

§. 51.

Es kommt, wenn das Auslaugen stattfinden soll, darauf an, die vorhandene Salzmasse in möglichst kleinen Mengen Wasser aufgelöst zu erhalten, um das Wiederfortschaffen desselben mit dem geringsten Aufwand an Brennmaterialien zu bewirken. Um dies zu erreichen, müssen die Materialien möglichst fein vertheilt und gesiebt seyn, indem das Kleinen oder Auflockern jedenfalls wohlfeiler ist, als das Verdampfen von der nöthig werdenden großen Menge Auflösungsmittel. Das Auslaugen geschieht in hölzernen, mit starken Eisenbänden versehenen Kisten die 5 bis 10 Ctr. Erde fassen. Der Boden des Kastens liegt schräg, und hat an der tiefsten Stelle Hähne. Man legt vor diese mehrfach zusammengefaltete grobe Leinwand, bringt auf diese die auszulaugenden Materialien bis zur Hälfte der Höhe der Kasten nicht zu fest auf, breitet darüber das Zersetzungsmittel in der den Materialien entsprechenden Menge (§. 41), befeuchtet die oberste Schicht und klopft sie dicht, wobei, damit sich das Wasser nicht an den Wänden hinabziehe, die oberste Fläche concav gebildet wird, und legt oben auf ein Strohbündel, auf welches man beim Aufgießen des Wassers den Strahl leitet, um nicht die Oberfläche auszuspülen.

Digitized by Google

Dann gießt man so viel kochendes Wasser auf, als die Masse einsaugt, wobei man sich das Volumen Wasser, das dazu nöthig war, bemerkt. Man deckt fest zu, um das Erkalten möglichst zu vermeiden. Nachdem das Wasser eine halbe Stunde ruhig gestanden, bringt man eine gleiche Menge heißes Wasser auf, öffnet den Hahn, und läßt so lange die Flüssigkeit ablaufen, bis oben wieder alles Wasser eingesogen ist, und schließt dann den Hahn; die heiße Auflösung bringt man aus mehreren Kasten sogleich zum Versieden in den Kessel. Nach einer halben Stunde wiederholt man die Operation mit eben so vielem heißen Wasser, und fährt so fort, bis das ablaufende Wasser kein größeres spez. Gewicht als 1,007 hat, wo dann das Material erschöpft ist. Alles abfließende Wasser, das weniger spez. Gewicht als 1,060 hat, wird von Neuem heiß auf anderes Material aufgegossen. Wenn diese Operationen und die des ersten Einsiedens Tag und Nacht ununterbrochen in einander greifen, wird der Preis des Salpeters sehr verringert. Die Auflösungen, welche 1,06 spez. Gewicht und mehr haben, werden nun in einem Kessel rasch eingedampft. Es fällt kohlensaurer Kalk, der in der freien, nun entweichenden Kohlensäure aufgelöst war, so wie ferner Chlorverbindungen nieder. Diese letzten bilden auch oben eine Kruste. Beim Aufkochen setzt sich auf der Oberfläche geronnener Eiweisstoff, diesen so wie das Niederfallende und die Kruste nimmt man mit Kellen heraus. Dann setzt man thierische, frisch ausgeglühte Kohle in kleinen Portionen unter stetem Umrühren zu, bis genommene Proben der Flüssigkeit sich ungefärbt zeigen, und filtrirt die Flüssigkeit bis sie klar ist. Alle weggenommenen oder auf dem Filtrum bleibenden Substanzen werden mit sehr heißem Wasser ausgezogen, und der Salpeter durch Auskristallisiren gewonnen. Man dampft nun so lange ab, und entfernt die niederfallenden oder sich als Kruste ansetzenden Salze bis die Wassermenge grade die ist, welche zur Auflösung der bekannten, vorhandenen Salpetermenge hinreicht; dann läßt man die Flüssigkeit schnell in flache, kupferne, 12′ lange, 8″ breite, schwach erwärmte Gefäße, und unter stetem Umrühren mit durchlöcherten Krücken bis zu etwa 20° Reaumür erkalten, die niederfallenden Kristalle zieht man gleich an den Rand und läßt sie abtropfen, worauf man die Mutterlauge rasch von dem ausgeschiedenen, ziemlich reinen Salpeter abfließen läßt. Die Mutterlauge kommt dann sogleich wieder in den Läuterungs-Kessel. Ist sie von vielem Chlorcalcium sehr zähflüssig,

Digitized by Google

so giebt man erst etwas schwefelsaures Kali zu und läßt den Gyps absetzen. Der Salpeter wird mit kaltem Wasser, das 2 — 3 Stunden darauf steht, 3 Mal gewaschen, das Waschwasser wieder als Auslaugungswasser benutzt.

§. 52.

War die Menge fremder Salze und der anderen Beimengungen groß, so gelingt es nicht aus den Auflösungen, welche aus den Materialien gewonnen werden, unmittelbar einen ganz reinen Salpeter zu erhalten. Selbst wenn man bei einer nicht ganz geschickten Operation das Auflösen und Umkristallisiren nochmals wiederholt, bleibt der Salpeter mit 5 bis 13 Prozent fremder Substanz verunreinigt, und so kommt er unter dem Namen Rohsalpeter in den Handel. Es muß dann noch eine Operation, die Läuterung, vorgenommen werden, welche ihn chemisch rein darstellt.

§. 53.

Der Rohsalpeter muß zuvörderst wieder auf seine quantitative Zusammensetzung untersucht werden. Es geschieht dies auf folgende Weise:

Man erhitze 100 Gran Rohsalpeter in einem tarirten Porzlantiegel und verdampft das Wasser. Sobald kein Dämpfen mehr statt hat und ehe der Salpeter sich färbt, wägt man den Tiegel, der Verlust ist angesogenes Wasser. Ist der Verlust über 3 Prozent, so ist eine Beimengung von salpetersaurem Natrum zu vermuthen. Man erhitzt dieselbe Menge dann weiter bis zum Schmelzen. Bildet sich eine starke braune Kruste, so ist noch viel organische Masse vorhanden. War der ungeschmolzene Salpeter dabei weiß aussehend, so ist es blos Eiweißstoff, war er aber auch bräunlich, so ist die organische Beimengung theils Eiweiß- theils Extraktivstoff. Man erhitzt den geschmolzenen Salpeter gelinde bis die Oberfläche ganz rein geworden, dann läßt man gleich erkalten und findet aus dem abermaligen Gewichtsverlust die organische Masse (mit etwas Vortheil für den Käufer). Um die Beimengung an Chlorverbindungen zu finden, löse man 200 Gran des Rohsalpeters in 3000 Gran destillirtes Wasser, und fülle mit einem Maaßgläschen, das oben abgeschliffen ist, und mit einer matten Glasplatte geschlossen werden kann, in 4 neben einander stehende, reine, trockene Gläser in jedes ein Maaß Salpeterauflösung, und gieße dazu in das erste Glas (A) 5, in das 2te (B) 10, in das 3te (C) 15, in das 4te (D) 20 gleiche Maaß einer Probeflüssigkeit, die auf 1000 Gewichtstheile Wasser 1,62 Gewichtstheile kristallisirtes, salpetersaures Sil-

Digitized by Google

ber hält. Zeigt sich schon beim Glase A keine Trübung so enhält der Salpeter gar keine Chlorverbindung, zeigt sich aber in A Trübung, so wird sie auch in den anderen Gläsern sichtbar werden. Man filtrirt dann jede Auflösung A. B. C. D. für sich durch ein vorher gut ausgewaschenes Filtrum von Filtrirpapier, und fängt jede Flüssigkeit für sich auf. Man giebt ihnen jeden einige Tropfen der Probeauflösung, und bemerkt die Flüssigkeit, welche noch Trübung giebt, und die in der Reihe nächste, die keine zeigt. Gesetzt B gäbe Trübung, C aber nicht, so liegt der Gehalt an Chlorverbindung zwischen 10 und 15 Prozent. Man nehme nun wieder 4 Gläser, in jeder 1 Maaß Salpeterauflösung, und gebe in eins F 11, in G 12, in H 13, in I 14 Maaß Probeauflösung, filtrire wieder, und probire das Filtrat. Giebt die filtrirte Flüssigkeit von G Trübung und von H keine, so liegt der Gehalt zwischen 12 und 13 Prozent. — Vermuthet man nach dem obigen Gehalt auf salpetersaures Natrum, so läutere man 10 Pfund ganz wie es im Großen geschieht, und sehe wieviel reinen Salpeter man gewinnt. Die Operation im Großen giebt dann einige Prozente mehr Ausbeute.

§. 54.

Es kann als allgemeine Regel gelten, daß es, wie die Preise sich gewöhnlich stellen, ökonomisch vortheilhafter ist, einen schon möglichst reinen Salpeter für die militärisch-technischen Zwecke zu kaufen. Es ist ferner die völlige Reinigung um so ökonomischer, mit je größeren Mengen man zugleich arbeitet, und je weniger man den Fortgang der Operationen unterbricht. Es ist daher im Allgemeinen vortheilhafter den Salpeter, den man für eine längere Zeit und in verschiedenen Gestalten braucht, an Einer Stelle und zu Einer Zeit, besonders in den kühleren Jahreszeiten hintereinander weg zu reinigen. Sehr große Läuterungskessel (bis zu 10 Ctr. Salpeter) nebst dem erforderlichen Wasser haltend anzuwenden, und die Rückstände der Gesammtoperation zur nächsten Läuterung aufzubewahren.

§. 55.

Allgemeine Regeln für die spezielle Anordnung der weiteren Läuterung des Rohsalpeters lassen sich nicht geben, indem die Anordnung ganz von der Größe und Art der Beimengung abhängt. Giebt man allgemein geltende Normen dafür, so wird man in den meisten Fällen Verlust an Arbeit, Brennmaterialien oder Salpeter haben. Nachdem man die Zusammensetzung kennnt, wird sich nach §. 50 und

Digitized by Google

51 leicht bestimmen lassen, wie vieler Läuterungsoperationen es zum Abscheiden der fremden Salze bedarf, wieviel Wasser zu jeder anzuwenden ist, und man wird die Operationen so anordenen können, daß das Ausscheiden der fremden Salze auf dem kürzesten Wege geschehe. Die Operationen werden dann auch je nachdem noch viel oder wenig Eiweißstoff oder Extractivstoff fortzuschaffen ist, etwas verschieden sich gestalten. Ist nämlich noch viel Eiweißstoff vorhanden, so muß er von Neuem durch Abkochen nach oben gebracht werden. Der hier gewonnene ist durch Filtriren (s. §. 44) und nicht durch Abschöpfen zu entfernen. Ist auch Extraktivstoff vorhanden, so muß außerdem thierische Kohle angewendet werden (s. §. 51).

§. 56.

Die Vorrichtungen zum Auflösen und Sieden des Salpeters, die Kristallisir- und Waschgefäße sind dieselben, wie die in der ersten Läuterung angegebenen. Die sich bildenden Kristalle, die durch wiederholtes (täglich 2 bis 3 Mal) Umrühren möglichst klein erhalten werden, zieht man mit hölzernen Krücken aus der Flüssigkeit an den Rand des Gefäßes, oder bringt sie in Körbe, damit sie abtropfen, und wäscht sie mit der Hälfte ihres Gewichtes kaltem Wasser ab. Man hält die Flüssigkeit dabei bedeckt, damit sie nicht zu rasch erkalte. Man läßt die Flüssigkeit nun bis etwa 5° über der Lufttemperatur erkalten, damit die letzten Kristalle nicht unreiner ausfallen. Die abgezogene Flüssigkeit wird wieder als Auflösungsmittel benutzt, oder von mehreren Suden zusammen verdampft, und der Rückstand als roher Salpeter benutzt.

§. 57.

Die gewonnenen reinen Salpeterkristalle müssen scharf getrocknet werden. Bleibt Wasser darin, so stört dies das durch Abwägen der einer brennbaren Mischung beizumengenden Bestandtheile erhaltene richige Verhältniß derselben, und wenn die Mengung im Laufe der Bearbeitung nicht getrocknet wird, so bringt das Wasser starke Störungen in den Verbrennungsproceß. Schon 1 Prozent Wassergehalt macht sich beim Verbrennen durch geringere Temperaturerzeugung durch geringere Wirkung der Mischung und unrichtige Flamme bemerklich, besonders bei den langsam verbrennenden Mischungen. Bei 2 bis 3 Prozent Wassergehalt vermindert sich die Brenngeschwindigkeit gleicher Mengungen um $^1/_6$.

Digitized by Google

§. 58.

Das Trocknen geschieht nach völligem Abtropfen des letzten Waschwassers, und am besten in durch Dampf geheitzten Kupferschaalen, worauf man den Salpeter 2" hoch bis zu 200 Pfund auf einmal aufbringt. — Im Anfange muß die Temperatur nur sehr allmählig ansteigen, weil der wasserhaltige Salpeter leicht schmilzt. Man heitzt dann stärker und rührt fortdauernd mit hölzernen Reibern um; nach 3 bis 6 Stunden ist er trocken, was man daran erkennt, daß er beim Schmelzen einer Probe nicht mehr an Gewicht verliert.

§. 59.

Es ist sehr vortheilhaft für die Konservation der Mengungen, Verminderung des Rückstandes u. s. w. einen chemisch reinen Salpeter darzustellen. Von den nicht hygroskopischen Salzen sind allerdings Beimengungen von einigen Prozenten noch nicht in der Wirkung bemerkbar, wohl aber bei hygroskopischen wenn die Mischungen nicht ganz frisch bereitet verbraucht werden, besonderes salpetersaures Natrum, das schon bei ¼ Prozent seinen Einfluß zeigt, namentlich wenn der Salpeter mit Kohle gemengt wird. Da dies immer vorhanden ist, wenn Kochsalz beim Salpeter ist, also auch Kochsalz sehr nachtheilig werden kann, so untersuche man eine Auflösung des gereinigten Salpeters in destillirten Wasser mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber, es darf beim Eintröpfeln der letzteren in die erste keine Trübung entstehen. In eine andere Quantität Salpeterauflösung tröpfle man etwas einer Anflösung von Chlorbaryum, es darf keine Trübung entstehen, die auf schwefelsaure oder kohlensaure Salze deuten würde; da aber einem von Chlornatrium und andern Salzen freien Salpeter absichtlich salpetersaures Natrum beigesetzt seyn könnte, so bringe man eine gewogene Menge des zu probirenden Salpeters mit einer gleichen Menge als rein bekannten Salpeters, jede Probe in einer flachen Porzelanschaale, nebst einer Schaale voll Wasser unter die Luftpumpe, und ziehe die Luft aus. Hat der zu untersuchende Salpeter nun in 4 Stunden 2 Prozent mehr an Gewicht zugenommen, so ist er des Natrumgehaltes verdächtig und die Probe ist zu wiederholen, und beträgt der Ueberschuß mehr, so ist wirklich salpetersaures Natrum vorhanden. — Zeigten die zu obigen Untersuchungen bereiteten Auflösungen des Salpeteters im destillirten Wasser Schaum an der Oberfläche, so ist er nicht frei von Eiweißstoff; ist sie nicht ganz weiß, so enthält er noch etwas Extraktivstoff.

Digitized by Google

§. 60.

Geschmolzener Salpeter nimmt um $\frac{1}{3}$ weniger Raum ein, als fein kristallisirter, dicht geschüttelter. Bei Aufbewahrung und Transport ist es daher vortheilhaft den reinen Salpeter zu schmelzen. Auch ist geschmolzener Salpeter leichter fein zu kleinen, und enthält kein Wasser mehr. Es geschieht dies Schmelzen am besten in flachen, gußeisernen, eingemauerten Kesseln bei möglichst niederer Temperatur und fortdauerndem Umrühren mit eisernen Stangen. Sobald die letzten Kristalle geschmolzen sind und sich keine Blasen mehr zeigen, die von entweichendem Wasser herrühren, und der Salpeter so durchsichtig geworden, daß man den Boden des Gefäßes sieht, läßt man den Salpeter so weit erkalten, daß sich eine dünne Kruste bildet, schöpft ihn dann mit Kellen aus, und bringt ihn in flache Formen (zu 25 bis 40 Pfund) so daß er schnell erstarren, und im Innern nicht stark kristallisiren oder Blasen bilden kann.

Das salpetersaure Natrum.

§. 61.

Das salpetersaure Natrum (kubischer Salpeter) $\dot{N}a\,\ddot{\dot{N}}$ besteht aus:

			M.-G.	in 100 Th.
1 M.-G. Natriumoxyd (Natrum.)	1 M.-G.	Natrium	= 290,89	27,23
	1 "	Sauerstoff	= 100,00	9,36
1 M.-G. Stickstoffsäure (Salpetersäure)	2 "	Stickstoff	= 177,02	16,59
	5 "	Sauerstoff	= 500,00	46,82
1. Misch.-Gewicht salpetersaures Natrum			1067,91	100,00

§. 62.

Das salpetersaure Natrum hat einen scharf kühlenden Geschmack, ist farblos, kristallisirt in Kuben, schmilzt leichter als salpetersaures Kali, gesteht zu einer festen Masse. Es zieht in Kristallform nur wenig Feuchtigkeit aus der Luft, stark dagegen in Pulverform (bis zu 28 Prozent) und seine Anziehungskraft spricht sich noch sehr deutlich aus, wenn es in einem Satzgemenge nur $\frac{1}{4}$ Prozent bildet.

§. 63.

Das salpetersaure Natrum kommt in der Landschaft Atacama in Peru unter Thonerdeschichten in großen Lagern vor. Es kommt unter dem Namen Peru- oder Chilisalpeter in den Handel. Es wird außerdem wie salzsaures Kali ge-

Digitized by Google

wonnen, indem man salpetersaures Kali mit kohlensaurem oder schwefelsaurem Natrum zerlegt.

§. 64.

Salpetersaures Natrum darf mit keinem Reagens Trübung geben, und muß kristallisirt keine spitzige sondern nur würfliche Kristalle zeigen.

Der salpetersaure Baryt.

§. 65.

Das salpetersaure Baryt Ba $\ddot{N}$ besteht aus

			M.-G.	in 100 Th.
1 M.-G. Barytoxyd (Baryt)	1 M.-G.	Baryum	856,88	57,80
	1 "	Sauerstoff	100,00	6,70
1 M.-G. Stickstoffsäure (Salpetersäure)	2 "	Stickstoff	177,02	11,90
	5 "	Sauerstoff	500,00	33,60
1 Misch.-Gewicht salpetersaures Baryt			1633,90	100,00

§. 66.

Der salpetersaure Baryt ist farblos, kristallinisch, zieht in Kristallform wenig Feuchtigkeit an, mehr in Pulverform.

§. 67.

Der salpetersaure Baryt wird auf die Weise dargestellt, daß man Schwefelbaryum mit Salpetersäure zerlegt. Um das Kristallisiren zu befördern, giebt man freie Salpetersäure zu, welche dem kristallisirten, salpetersauren Baryt anhängt, und diesen stark Wasser ansaugend macht. Man befeuchte daher den salpetersauren Baryt, und bringe etwas auf Lackmuspapier, wird dieses geröthet, so pulvere man das Salz fein, wasche es mit reinem kaltem Wasser aus, und trockne es. Salpetersaures Silber darf keine Trübung geben, sonst ist eine Chlorverbindung dabei, das Salz müßte dann auch umkristallisirt werden.

Der salpetersaure Strontian.

§. 68.

Der salpetersaure Strontian Sr $\ddot{N}$ besteht aus

			M.-G.	in 100 Th.
1 M.-G. Strontiumoxyd (Strontian)	1 M.-G.	Strontium	547,28	41,34
	1 "	Sauerstoff	100,00	7,55
1 M.-G. Stickstoffsäure (Salpeters.)	2 "	Stickstoff	177,02	13,36
	5 "	Sauerstoff	500,00	37,75
1 Misch.-Gewicht salpetersaures Strontian			1324,30	100,00

Digitized by Google

§. 69.

Der salpetersaure Strontian ist dem Barytsalz sehr ähnlich, und verhält sich in Bereitung, Untersuchung und Reinigung wie dieses. Er ist gepulvert stärker hygroskopisch als Baryt.

B. Die Chlorsauren Salze.

§. 70.

Das spezielle Zeichen des Chlors ist Cl. Ist daher wieder wie in §. 13 X irgend ein Metall, so ist der allgemeine Ausdruck für die chlorsauren Salze

$$\dot{X}\,\ddot{\ddot{C}}l$$

und man erhält die Formeln für die speziellen Salze, wenn man das Zeichen der einzelnen Metalle an die Stelle des X setzt. Die Zusammensetzung ist ganz analog den salpetersauren, nur daß das Chlor an die Stelle des Stickstoffs tritt.

§. 71.

Der Schmelz- und Zerlegungspunkt der chlorsauren Salze ist niedriger als der der salpetersauren, daher tritt diese Zerlegung schon bei Wärmeentwicklungen ein, welche das gleichnamige salpetersaure Salz noch nicht zum Zerlegen bringen, sogar schon bei heftiger Friktion, woher das Knistern der chlorsauren Salze bei heftigem Reiben entsteht.

§. 72.

Die chlorsauren Salze zerlegen sich bei etwas höherer Temperatur als zum Schmelzen derselben gehört auf die Weise, daß sämmtliche 6 Mischungsgewichte Sauerstoff gasförmig entweichen, und Chlor mit dem Metall der Basis verbunden, als feste Körper zurückbleiben. Wenn ein Stoff gegenwärtig ist, der große Verwandtschaft zu dem Metall hat, so entweicht auch das Chlor gasförmig, und das Metall bleibt mit jenem Stoffe verbunden zurück.

§. 73.

Die Chlorsäure kann nur auf künstlichem und theurem Wege erzeugt werden, deshalb werden alle chlorsauren Salze theuer.

§. 74.

Alle Gründe, welche bei den salpetersauren Salzen §. 20 für den Vorzug des Kalisalzes vor den andern Salzen sprechen, sind auch hier geltend, und da die Zwecke, welche man mit dem salpetersauren Salzen des Natrums, Baryts und

Digitized by Google

Strontians beabsichtigt, nicht besser durch die gleichnamigen chlorsauren Salze erfüllt werden, so wird hier nur das Kalisalz gebraucht.

Das chlorsaure Kali.

§. 75.

Das chlorsaure Kali ($\dot{K}\,\ddot{\ddot{C}}l$) besteht aus

			M.-G.	in 100 Th.
1 M.-G. Kali	1 M.-G.	Kalium	489,65	31,9
	1 "	Sauerstoff	100,00	6,5
1 M.-G. Chlorsäure	2 "	Chlorstoff	442,64	29,0
	5 "	Sauerstoff	500,00	32,6
1 Mischungs-Gewicht chlorsaures Kali			1532,29	100,00

§. 76.

Das chlorsaure Kali ist farblos, unveränderlich an der Luft, bildet dünne, weiße, glänzende Schuppen, hat ein spez. Gewicht von 1,98, schmilzt bei 160°R, es entwickelt sich Chlorsäure und Kali bleibt zurück. Es lösen sich in

100 Theilen Wasser bei 0° 3,3 Theile Salz
bei 39° 18,9
bei 82° 60,5

Beim Reiben knistert das Salz, beim Begießen mit konzentrirter Schwefelsäure wird Chlorsäure, Chloroxyd, als rothes Gas ohne sehr merkliche Wärmeentwicklung ausgetrieben; wenn die Menge groß ist, zeigen sich bei dieser Zersetzung zuweilen Funken.

§. 77.

Um chlorsaures Kali darzustellen, giebt es mehrere Methoden, von denen einige geheim gehalten werden. Die gewöhnliche ist, daß man Chlor durch eine Auflösung von kohlensaurem Kali streichen läßt. Der Chlor treibt die Kohlensäure aus, oxydirt auf Kosten des Wassers zu chloriger Säure, die sich mit dem Kali verbindet; dann zerlegt sich das chlorigsaure Kali so, daß $\frac{1}{3}$ den Sauerstoff an die andern $\frac{2}{3}$ abgiebt, wodurch letzteres zu chlorsaurem Kali, ersteres zu Chlorkalium wird. Durch mehrmaliges Kristallisiren trennt man beide.

§. 78.

Nach welcher Methode das chlorsaure Kali auch bereitet seyn möge, so kostet es doch immer 5 bis 6 mal so viel als das salpetersaure.

Digitized by Google

§. 79.

Um sich von der Reinheit des käuflichen zu überzeugen, hat man besonders auf Chlorkalium zu untersuchen. Man löst daher etwas in Wasser, und tröpfelt eine Auflösung von salpetersaurem Silber hinzu, es darf keine oder doch nur eine höchst schwache Trübung entstehen, sonst muß das Salz nochmals umkristallisirt werden.

B. Die Verbrenner.

§. 80.

Die Verbrenner geben mit Sauerstoff jeder entweder nur Eine oder mehrere gasförmige Verbindungsstufen. Von diesen sind einige indifferent, d. h. sie gehn keine weitere chemischen Verbindungen ein, einige bilden Säuren, die mit der Basis des Sauerstofflieferers Salze geben können.

§. 81.

Je mehr Sauerstoffatome mit einem oder 2 Atome des Verbrennens sich verbinden, d. h. je höher die Verbindungsstufe ist, desto größer ist die Heftigkeit der Verbindung, desto mehr Wärme und Licht wird entwickelt, nicht aber auch desto größeres primitives Gasvolumen bildet sich; dennoch ist die Wärmeentwicklung bei der Bildung der höheren Stufe immer so überwiegend, daß die Spannung des Gases größer wird, als bei der Bildung der niedern, wenn auch bei dieser das Volumen des Gases in der mittleren Temperatur kleiner ist.

§. 82.

Die Verbrennung geht langsamer, wenn die Verbrenner schon unter sich in chemischer Verbindung sind; indem durch die Lösung dieser eine gewisse Zeit verloren geht, wird bei der Verbrennung weniger Wärme frei, wenn die Verbrenner vorher aus chemischer Verbindung gelöst werden mußten.

a) Schwefel.

§. 83.

Der Schwefel, dessen Zeichen S ist, hat ein Mischungsgewicht von 201,16. Er verbindet sich mit Sauerstoff in mehreren Stufen, von denen aber in der Verbrennung mit Sauerstofflieferern nur zwei sich bilden können, die Eine, S̈ Schwefelsäure entsteht nur, wenn eine Basis vorhanden

Digitized by Google

ist, um sich mit ihr verbinden zu können, und es entsteht nicht mehr davon, als eben hinreicht, jene Basis vollkommen zu sättigen, wozu bei Einem Mischungswicht Säure 1 Mischungsgewicht Basis gehört. Ist mehr Schwefel und mehr Sauerstoff vorhanden als zur Bildung der S̈ gehört, so entsteht S̈ schweflige Säure. Beide Säuren sind Gase, da sich aber die erstere nur bildet, wo eine freie Basis vorhanden, und sie sich sogleich mit dieser verbindet, so tritt sie bei diesen Verbrennungserscheinungen niemals als freies Gas auf, sondern bleibt mit der Basis des Sauerstofflieferers (als schwefaures Salz) im Rückstande, oder bildet den Rauch. Sie giebt nur die beträchtliche Wärme- und Lichtmenge, welche bei ihrer Bildung frei wird, als Produkt her. Die schwefliche Säure wird als Gas und mit der bei seiner Bildung freiwerdenden allerdings viel geringeren Menge Wärme (1/6 der die sich bei gleicher Menge verbrennenden Pulverkohle entwickelt) bei der Verbrennung nützlich. Das Gas kann noch wegen seiner erstickenden Wirkung unter Umständen von Nutzen werden. Die Verbrennung des Schwefels im Sauerstoffgase, sowohl zu S̈ als zu S̈, geht langsam vor sich. — Ist mehr Schwefel vorhanden, als der Sauerstoff des Sauerstofflieferers zu S̈ oder zu S̈ umzuwandeln vermag, so verbrennt der überschüssige Schwefel an der atmosphärischen Luft sehr langsam mit sehr geringer Licht- und Wärmeentwickelung zu S̈, und verzögert dadurch die Verbrennung auch des Schwefels, der mit dem Sauerstoffgase des Sauerstofflieferers sich verbindet, und schwächt seine Wirkung in Bezug auf Wärme- und Lichtentwicklung.

§. 84.

Schwefel verbindet sich sehr begierig mit Metallen; wenn daher ein Metalloxyd, wie es die Basis des Sauerstofflieferers ist, der Einwirkung von Schwefel und einer den Sauerstoff stark anziehenden Substanz in hoher Temperatur unterliegt, so wird die Verbindung der Metalle und des Sauerstoffs gelöst, und das Metall verbindet sich mit dem Schwefel, ohne daß dieser sich mit dem Sauerstoff verbände (verbrennte), weil die andere Substanz den Sauerstoff stärker anzieht. Mit Kalium, zu dem leicht zerfließlichen Schwefelkalium verbunden, greift er Kupfer stark an, indem sich das Schwefelkalium zerlegt und Schwefelkupfer entsteht. Mit heißem Eisen schmilzt Schwefel sehr begierig zu dem leichtflüssigen Schwefeleisen zusammen.

Digitized by Google

§. 85.

Der Schwefel entzündet sich, wenn er sehr allmählig erhitzt wird, gar nicht, er wird blos in Gas verwandelt, schnell erhitzt, entzündet er sich dagegen bei 150° R.; ein aufgeworfener Funken, der viel höhere Temperatur hat, entzündet ihn nicht, weil er zu dicht liegt, der atmosphärischen Luft wenig Oberfläche bietet, auch leicht schmilzt und dadurch noch dichter und weniger zugänglich wird. Deshalb entzündet sich auch Schwefel nicht, wenn er für sich stark gerieben wird, wohl aber, wenn er unter andern Substanzen sehr fein vertheilt ist. Brennender fein gepulverter Schwefel zündet Kohlenpulver nicht, wohl aber glühendes Kohlenpulver den Schwefel. Brennender Schwefel schmilzt chlorsaures Kalisalz leicht in jeder Mengung, salpetersaures nur, wenn er etwa zu gleichen Gewichtstheilen damit gemengt ist.

§. 86.

Der Schwefel ist, je nach der Temperatur, in der er zuletzt geschmolzen worden, hellgelb bis braun, sein spezifisches Gewicht im dichten Zustande 2,325, im kristallisirten 2,10; er ist ziemlich leicht auflöslich, in gleichen Theilen fetten und in 8 Theilen ätherischen Oelen, mit denen er wenn sie in geringer Menge angewendet werden, einen festen Körper giebt. In Weingeist und Wasser ist er unauflöslich. Für das letztere zeigt er sogar eine sehr geringe Adhäsionskraft, so daß er fein verpulvert nur sehr schwer naß gemacht werden kann. Dies ist, wie es scheint, die Veranlassung, weshalb er mit Salpeter und Kohle gemengt, deren hygroskopische Kraft mindert. Der natürliche und rein vorkommende Schwefel ist kristallisirt durchscheinend Bernstein ähnlich, mit muschligem Bruche; der aus den Verbindungen mit Metallen ausgeschieden, so wie aller geschmolzne undurchsichtig, ob wohl frisch geschmolzner und kristallisirter stark durchscheinend ist, wird er allmählig, doch von selbst, undurchsichtig. Beim Reiben giebt er einen eigenthümlichen Geruch. Da er durch Reiben elektrisch wird, so hängen die einzelnen Theilchen fest an einander, und es ist sehr schwer, Schwefel für sich fein zu kleinen, man mengt ihn deshalb dabei gern mit andern Substanzen.

§. 87.

Der Schwefel verflüchtigt sich, besonders wenn er fein gekleint und mit andern Substanzen gemengt ist, schon bei 37° R., giebt dabei einen deutlich bemerkbaren Geruch und im Dunkeln ein mattblaues Licht. Er legt sich als weiße Haut an einen darüber gehaltnen kalten Körper. Er schmilzt

Digitized by Google

bei 103°, wird sehr dünnflüssig und gelb, und läßt beim Erkalten, wobei er im Innern spießig kristallisirt, hohle Räume zwischen den Kristallen, wodurch er sehr zerreiblich wird, und das geringste spez. Gewicht erhält. Ein nur so weit erhitzt gewesener, ruhig erkalteter Schwefel knistert beim Erwärmen, also auch bei längerem Halten in der Hand, weil die Kristalle sich gegen einander verschieben. — Ward er bis 140° erhitzt, so nimmt er eine dunkle Farbe an und ist weniger dünnflüssig, bei rascher Erstarrung ist er weniger zerreiblich. Bis 170° erhitzt wird die Farbe orangeroth, er wird zähesflüssig, bei schneller Erkaltung weniger zerreiblicher, bei 190° Erhitzung nimmt dies zu, schnell erkaltet ist er anfänglich weich und durchsichtig, dann spröde und undurchsichtig, bei 225° ist der geschmolzne Schwefel klebrig, röthlich, nimmt bei raschem Erkalten die Farbe des Bernsteins an, bleibt weich und durchsichtig, bis 250° erhitzt ist der geschmolzne S. sehr klebrig und braun, bei schnellem Erkaltem sehr weich durchsichtig und röthlich, bei 300° siedet er, entwickelt gelbe Dämpfe, welche sich zum Theil in schweflige Säure umwandeln, und an einem kalten Körper sich als feines Pulver (Schwefelblumen) anhängen. Die Schwefelblumen sind ihres Säuregehaltes wegen nicht zu verbrennenden Mischungen zu brauchen, da sie Feuchtigkeit anziehn. Der kochende Schwefel ist weniger klebrig und braunroth als der weniger erhitzte, beim schnellen Erstarren sehr weich, durchsichtig, rothbraun. Aller bis zur Zähflüssigkeit erhitzte Schwefel nimmt sehr langsam die gelbe Farbe wieder an, ist dicht, nicht kristallinisch, von großem spez. Gewicht mühsam zu Kleinen und entzündet sich schwer. Er scheint auch im geschmolznen Zustande Sauerstoff aufzunehmen, um schweflige Säure zu bilden, die dem Schwefel anhängt, und ihn hygroskopisch macht, wodurch das damit bereitete Pulver (s. unten) bald verdirbt. — Zitronengelber Schwefel kann, wenn er mit Bronzekugeln gemengt, und dabei heiß wird, durch Bildung von Schwefelkupfer an den Kugeln, welches wieder vom Schwefel abgerieben wird eine orange Färbung erhalten.

§. 88.

Der Schwefel kommt theils isolirt (gediegen) besonders bei Vulkanen (Böhmen, Salzburg, Krakau) theils mit Metallen (meist Eisen und Kupfer unter dem Namen Schwefel- und Kupferkieß) vor. Irland, Italien, Sizilien, Polen geben vielen gediegnen Schwefel. Als Kies kömmt er allgemein vor.

Digitized by Google

§. 89.

Der gediegene Schwefel enthält zuweilen Eisen oder Thon, wodurch er eine graue Farbe bekommt, oder Arsenik und Selen, wodurch seine Farbe ins Orange zieht. Bei guten Sorten beträgt die Beimengung etwa 5 Prozent, bei schlechten bis 36. Je schwerer er ist, desto unreiner ist er. Auch mit Erdharz ist er zuweilen verunreinigt. Die Verunreinigung mit Schwefelmetallen und mit Erden ist wegen der erhöhten Gefahr beim Mengen mit Salpeter und Kohle besonders zu berücksichtigen; in dem Maaße, als der Schwefel unreiner ist, kleint er sich auch schwerer.

§. 90.

Aus den Schwefelmetallen (Kiesen), welche eine Zusammensetzung von 2 Misch. Gewicht Schwefel auf 1 oder 2 M.-G. Metall sind, gewinnt man den Schwefel auf die Weise, daß man sie erhitzt, wobei sie 1 M.-G. Schwefel frei machen und zu einer niedern Schwefelungsstufe werden. Den freigewordenen Schwefel fängt man in Vorlagen auf.

§. 91.

Im Handel kommt der Schwefel in verschiedenen Sorten vor; der Rohschwefel ist von grauer Farbe, einige weniger verunreinigte Sorten desselben heißen auch Stückschwefel. Unter Stangenschwefel versteht man den in dünne Stücke gegoßnen geläuterten Schwefel; unter Schwefelbrode den in Kuchen geformten. Roßschwefel ist ein Stangenschwefel, der im Innern eine sehr unreine Masse enthält und äußerlich mit guten Schwefel überzogen ist.

§. 92.

Theils um den Schwefel von fremden Beimengungen zu reinigen, theils um den bei zu hoher Hitze geschmolznen zu dichten, schwer entzündlichen, schwer pulverisirbaren, leicht sich säuernden Schwefel in den spez. leichten kristallinischen Zustand überzuführen, wird er durch Schmelzen geläutert. Dies Läutern geschieht entweder im Kleinen oder in großen Anstalten. Da die Mengen Schwefel, welche die Militär-Technik eines Staates bedarf, nicht so groß sind, um die Anlagen eigner Fabriken zur Läuterung zu rechtfertigen, so wird der Militär-Techniker entweder den Schwefel schon als geläutert kaufen, oder aber, um weniger vom Handelsverkehr abhängig zu seyn, den rohen käuflichen Schwefel sich selbst reinigen; diese nicht ganz leichte und gefahrlose Operation jedenfalls aber großen Etablissaments überlassen.

Digitized by Google

§. 93.

Das Läutern im Kleinen geschieht durch Umschmelzen, wobei sich die vorhandnen erdigen und metallischen Beimengungen zu Boden setzen und abfiltrit werden können, und ein blos damit verunreinigter Schwefel vollkommen rein herzustellen ist. Dies ist aber mit Schwefel, welcher durch Arsenik und Harz verunreinigt, nicht der Fall, indem sich diese Beimengungen nur auf künstlichem Wege und auch da nicht einmal sicher und vollständig entfernen lassen. So verunreinigter Schwefel ist daher gar nicht zu kaufen.

§. 94.

Bei dem Umschmelzen kann, wenn der Schwefel nicht die hellgelbe Färbe hat, nicht kristallinisch u. s. w. ist, er durch gehörige Leitung der Temperatur und Mengung verschiedner Sorten in die erforderliche Textur u. s. w. gebracht werden. Man sortirt zu diesem Zwecke den verschieden gefärbten Schwefel; hat man hellgelben allein zu schmelzen, so schmilzt man rasch nieder und entfernt alles Feuer, wenn er ganz geschmolzen; hellbraunen heizt man schwächer, und nur bis er zu $^3/_4$ geschmolzen; den dunkelbraunen möglichst schwach, und unterbricht die Operation, wenn er zur Hälfte flüssig. Hat man alle 3 Sorten zugleich zu verschmelzen, so bringt man den gelben zuerst ein, läßt ihn unter Umrühren rasch niederschmelzen, setzt dann halb so viel hellbraunen dazu, wenn dieser geschmolzen, giebt man eben so viel dunkeln dazu und entfernt sogleich das Feuer, damit der noch feste Schwefel beim Schmelzen den schon flüssigen möglichst viel Wärme entziehe. Jedenfalls, selbst wenn man nur Eine Sorte umzuschmelzen hat, giebt man den Schwefel nur portionenweise in den Kessel, die 2te Portion, wenn die erste geschmolzen.

§. 95.

Sobald aller Schwefel geschmolzen ist, deckt man das Gefäß zu, damit er möglichst lange geschmolzen bleibe, und sich alle ungeschmolzne Substanz zu Boden setze oder auf die Oberfläche hebe. Man schöpft den Schwefel erst aus, wenn an der Oberfläche entstehende Nadeln beweisen, daß er dem Erstarren nahe ist. Obenschwimmenden Schaum nimmt man zuvor ab. Beim Ausschöpfen gießt man den Schwefel durch ein doppeltes Filtrum feiner Leinwand in die Formen. Alles auf diesem und am Kesselboden Bleibende wird von mehreren Operationen gesammelt, geschmolzen und der flüssige Schwefel abgenommen.

Digitized by Google

§. 96.

Das Schmelzen geschieht am Besten in einem eisernen Kessel, der in einen Ofen so eingesetzt ist, daß nicht der Boden, sondern die Seitenwände geheizt werden, dadurch lagern sich die schweren ungeschmolznen Beimengungen leichter und ruhiger ab. Der Ofen muß wenig Zug, aber einen hohen Schornstein haben, damit das Feuer immer nur schwach aber gleichmäßig wirkt. Die Kessel dürfen nicht zu groß seyn, weil sonst die Erhitzung schwer zu reguliren ist. Am Vortheilhaftesten ist eine Weite von $2\frac{1}{2}'$ und $1\frac{2}{3}'$ Tiefe. Das Schmelzen dauert dann 4 Stunden.

§. 97.

Bei diesem Umschmelzen entzündet sich der Schwefel zuweilen. Man verschließt dann den Kessel mit einem mit Haartuch belegten Deckel recht fest. Die abgesperrte Luftschicht verliert bald den Sauerstoff und der Schwefel kann nicht weiter brennen.

§. 98.

Den abgeschöpften Schwefel gießt man am Vortheilhaftesten in große konische Formen, deren offne Grundfläche nach oben steht. Die ungeschmolznen Unreinigkeiten, die der filtrirte Schwefel doch noch erhalten kann, senken sich in die später abzuschlagende Spitze. In diesen großen Massen krystallisirt der Schwefel besser und wird zur späteren Verarbeitung geschickter, als wenn man ihn in eine Stangenform gießt. Er kleint sich in solchen großen Broden geformt um $\frac{1}{5}$ leichter als in Stangen. Es scheint, als könne man den Schwefel auch in kleinen Mengen so leicht pulverisirbar machen, als er es in großen Broden ist, wenn man ihn nach dem Schmelzen bei niedrigster Temperatur in sehr kaltes Wasser gießt.

§. 99.

Die Untersuchung, ob Schwefel vollkommen rein sey, geschieht auf folgende Weise. Man überzeuge sich zuvörderst, ob der Schwefel durchgehend von gleicher Güte sey, sortire ihn nöthigenfalls und probire jede Sorte wie unten gesagt. Besonders zerbreche man die Stangen oder Brode, und überzeuge sich, daß sie durch und durch von gleicher Art sind. Man verbrennt eine abgewogene Probe in einer Porzellanschaale und wägt den etwaigen Rückstand, der den Verlust beim Läutern angiebt. Läßt der Schwefel zwar keinen Rückstand, ist er aber sehr dicht, dunkelgelb, nicht krystallinisch im Bruche, so ist er ebenfalls als Rohschwefel zu betrachten. Beim Verbrennen wehe man ein wenig von

Digitized by Google

dem Dampfe auf sich zu; zeigt sich neben dem scharfen ätzenden Geruch noch ein brenzlicher wie von verbrenntem Salpeter, so enthält der Schwefel Erdharz; er hat dann auch ein sehr geringes spez. Gewicht, riecht beim Reiben harzig, was noch ein weiterer Beweis dieser Beimengung ist. Solcher Schwefel ist nicht zu brauchen. Ist der Schwefel orange gefärbt, so kann er (§. 87.) Arsenik enthalten. Man koche dann eine eingepulverte Probe ½ Stunde mit konzentrirter Salpetersäure, filtrire, neutralisire mit kohlensaurem Kali und tropfe salpetersaures Silber hinzu, ein gelber Niederschlag zeigt Arsenikgehalt. Arsenikhaltiger Schwefel ist nur bei höchst geringem Arsenikgehalt anzuwenden. Ist der Schwefel von allen obigen Beimengungen frei, oder hat man ihn selbst geläutert, so befeuchte man ihn mit Wasser, lasse dies warm werden und tropfe etwas davon auf ein Lackmuspapier, wird dies roth, so enthält der Schwefel Säure und muß vor der Verwendung gut mit warmem Wasser ausgewaschen und dann wieder getrocknet werden.

Kohlenstoff und Wasserstoff in ihrer Verbindung in der vegetabilischen Substanz.

§. 100.

Kohlenstoff (C) giebt mit Sauerstoff verbrannt zwei gasförmige Verbindungen. Kohlenoxyd (Ċ) und Kohlensäure (C̈), die erstere zusammengesetzt aus

1 M.-G. Kohlenst. (76,43) und 1 M.-G. Sauerst. (100,0)

letzterer aus

1 M.-G. Kohlenst. (76,43) und 2 M.-G. Sauerst. (200,0)

welches von beiden sich bildet, hängt von der Menge vorhandenen Sauerstoffs ab. Die letzte Verbindung wird von Basen begierig aufgenommen, und dann mit diesen zu einem festen Körper, die erstere nicht. Ist eine freie Basis vorhanden, so veranlaßt sie, wie wenig Sauerstoff auch vorhanden sei, die Bildung von Kohlensäure bis zu der Menge, daß sie davon gesättigt wird, d. h. auf 2 M.-G. Basis 1 M.-G. Säure. Bei der Bildung von Kohlenoxydgas giebt 1 Volum Sauerstoff bei gleichbleibender Temperatur 2 Volumina der Verbindung, bei der von kohlensauren Gase nur 1. Die letztere Verbindung giebt aber bei ihrem Entstehen bei weitem höhere Wärmeentwicklung, so daß das Eine Volumen

Digitized by Google

kohlensaures Gas durch die Wärme größer wird, als jene 2 des Kohlenoxydgases.

§. 101.

Wasserstoff (H) giebt mit Sauerstoff nur Eine Verbindung, Wassergas (Ḣ) bestehend aus 2 M.-G. Wasserstoff (2. 6,23 = 12,46) und 1 M.-G. Sauerstoff (100,0). Diese Verbindung entwickelt die höchste Hitze, welche eine chemische Verbindung giebt.

§. 102.

Kohlenstoff und Wasserstoff geben, wenn sie aus einer vegetabilischen Substanz ausgetrieben werden (s. §. 105.), zwei Kohlenwasserstoffarten, die eine bestehend aus 2 M.-G. Wasserstoff und 1 M.-G. Kohlenstoff, die andere aber aus 1 M.-G. des ersteren zu 1 M.-G. des 2ten. Bei jener Entwicklung werden meist Mengungen beider entwickelt. Die erste verbrennt zu Kohlenoxydgas und Wassergas, mit kleiner, matter, bläulicher Flamme. Die zweite zerlegt sich beim Brennen, so daß der Wasserstoff mit der Hälfte Kohlenstoff verbrennt, oder ganz in dem Verhältniß der ersten Mengung, die andre Hälfte freier Kohlenstoff schwebt glühend in der Flamme, und macht sie durch sein Leuchten selbst leuchtend. Je mehr daher ein aus Vegetabilien entwickeltes Gas Kohlenwasserstoff der zweiten Art enthält, desto stärker leuchtet es und desto mehr Hitze giebt es. Ob diese Gase in der atmosphärischen Luft oder im Sauerstoffgase verbrennen, macht wenig Unterschied.

§. 103.

Reiner Kohlenstoff ist sehr schwer entzündlich, er ist es aber sehr leicht, wenn er mit Kohlenwasserstoff-Verbindungen innig gemengt ist. Um daher seine Fähigkeit bei der Verbindung mit Sauerstoff eine sehr große Menge sehr heißer Gase zu geben, mit der Bedingung zu verbinden, daß diese Verbindung, also diese Gas- und Wärmeentwicklung, sehr rasch geschehe, muß man ihn auf eine Weise zu gewinnen suchen, wo er theils mit Wasserstoffverbindungen gemengt, theils günstig für den Angriff des Sauerstoffs geformt ist, was dann statt hat, wenn er sehr fein vertheilt ist, und dabei möglichst viel Oberfläche auf geringe Masse bietet. — Diesen Anforderungen entsprechend, erhält man ihn durch Zersetzung von Vegetabilien, deren Hauptbestandtheil er bildet.

§. 104.

Die Vegetabilien bestehn im Wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Theils sind die Mengen,

Digitized by Google

welche von diesen drei Stoffen in die Verbindung eingehn, verschieden, theils bildet die Lebenskraft bei nahe gleicher Menge höchst verschiedene Substanzen aus ihnen.

§. 105.

Für den vorliegenden Zweck kömmt es nur auf ihr Verhalten bei starker Erhitzung an. Sie haben hierin das Gemeinsame, sich dabei so zu zerlegen, daß sie Gase entwickeln, welche aus allen drei Stoffen, die nun unter sich zu zweien oder auch zu dreien, nur in anderen Mengenverhältnissen und auf andere Weise mit einander verbunden sind als vorher, und daß nach dem Austreiben dieser Gase ein Ueberschuß bleibt, der theils einen Rückstand bildet, theils ganz als schwarzer Rauch (Ruß) erscheint.

§. 106.

Hat bei dieser Zersetzung der Sauerstoff der atmosphärischen Luft keinen Zutritt, so lassen sich die Gase unverändert auffangen, und bestehen aus einem sehr variablen Gemenge beider Kohlenwasserstoffarten (§. 102.) und Kohlenoxyd oder kohlensaurem Gase. Der Kohlenrest, der je nach der Art der Substanz die Form derselben noch unverändert behalten oder sie verloren hat und eine schwammige Masse bildet, bleibt als sogenannte Kohle in dem Erhitzungsapparat, oder er schlägt sich in der Vorlage nieder. Je nachdem die Erhitzung länger fortgesetzt worden, ist diese Kohle reinerer mehr vom Wasserstoff befreiter Kohlenstoff.

§. 107.

Kann die Atmosphäre die sich zerlegende Substanz berühren, so entzünden sich die ausgetriebenen Gase, und ihr sämmtlicher Gehalt an Kohlenstoff wird zu Kohlenoxydgas oder zu Kohlensäure, ihr Gehalt an Wasserstoff zu Wasserdampf, wobei der in den Gasen schon enthaltene Sauerstoff mitwirkt. Diese brennenden Gase bilden die Flamme. Die überschüßige Kohle wird unter Glühn ebenfalls in Kohlenoxyd und kohlensaures Gas umgewandelt, und es bleibt ein weißes unverbrennliches Gemenge von schwefelsaurem, kohlens. Kali, kohlens. Kalk u. s. w. (die Asche) als Rückstand.

§. 108.

Wenn man den Kohlenstoff, die Kohle für sich, genauer getrachtet, so ergiebt sich, daß es schwer ist und nur bei sehr langer Erhitzung gelingt, allen Wasserstoff aus derselben auszutreiben, so daß sie dann aus ganz reinem Kohlenstoff besteht. In diesem Zustande würde sie kaum noch entzündlich sein, da (§. 103.) Kohlenstoff an sich sehr schwer entzündet werden kann. Dagegen ist sie um so entzündlicher,

Digitized by Google

je früher die Erhitzung unterbrochen, je wasserstoffhaltiger sie ist, und je mehr dabei ihre Form günstiger für die Entzündung ist. Beim Erhitzen, um sie zu entzünden, setzt sich dann die Zerlegung weiter fort. Ein Theil Wasserstoff und Kohlenstoff entweichen als Kohlenwasserstoff, und verbrennen dann erst außerhalb der Kohle, während die übrige Masse und Kohlenstoffmenge in der Kohle selbst unmittelbar mit Sauerstoff verbrennt. Je wasserstoffhaltiger die Kohle ist, desto mehr Kohlenwasserstoff entweicht und verbrennt erst außerhalb der Kohle.

§. 109.

Die Zerlegung der Vegetabilien erfordert eine meßbare Zeit, und läßt sich weder durch erhöhte Temperatur noch durch Zutritt von reinem Sauerstoff statt atmosphärischer Luft noch durch feine Vertheilung der vegetabilischen Substanz sehr beschleunigen. Dagegen kann man die Verbrennung der überschüssigen Kohle, wenn sie fein vertheilt und mit mehr reinen Sauerstoff in Berührung kommt und dabei stark erhitzt ist, auf eine unmeßbare Zeit verkürzen.

§. 110.

Wenn nun auch die Zerlegung der vegetabilischen Substanz durch Hitze niemals momentan wird, so hängt doch die dazu erforderliche Zeitdauer sehr von der Art der Substanz ab; eben so die Zusammensetzung der gasförmigen Produkte, also das Ansehn, Größe der Flamme (§. 102.), so wie die Art des Kohlenrückstandes.

§. 111.

Harze und ätherische Oele zerlegen sich schon bei verhältnißmäßig geringer Temperatur, sie entwickeln dabei sehr viele Gase, namentlich Kohlenwasserstoff der kohlenstoffreicheren Art; beim Zutritt der Atmosphäre geben sie daher eine hohe Flamme, welche die zwischen dem roth verbrennenden Kohlenstoff, und dem gelb verbrennenden Wasserstoff liegende orange Farbe hat, und wegen des großen Kohlengehalts, zu dem noch der mechanisch mit aufgerissene Kohlenstoff (Ruß), der roth glühend in der Flamme suspendirt ist, überwiegendes Roth und starke Leuchtkraft hat. Es bleibt nur wenig, fast aus reinem Kohlenstoff bestehende schwammige Kohle übrig.

§. 112.

Gummi zerlegt sich schwerer, giebt eine kleinere, mehr kohlenwasserstoffhaltiges Gas der 1sten Art (§. 102.) also eine gelborange matte Flamme, und läßt starken schwammi-

Digitized by Google

gen, ebenfalls aus faſt reinem Kohlenſtoff beſtehenden Kohlenrückſtand.

§. 113.

Holz und andere faſrige Subſtanzen ſind ſchwerer zerſetzbar als Gummi, Harz, Oel u. ſ. w. Sie geben einen kohlenſtoffärmeren Kohlenwaſſerſtoff und zwar in geringerer Menge als die Harze und Oele. Dagegen läßt die Zerſetzung einen großen Kohlenrückſtand, welcher ganz die fein faſrige Struktur der Subſtanz hat, ſich leicht und ſehr fein zertheilen läßt, und auch in dieſer Formvertheilung die ſcharfſpitzige Geſtalt der Faſer behält, wodurch er überaus leicht entzündlich iſt, während der ſchwammige Rückſtand der obigen Subſtanzen bei der Kleinung eine kuglige Kohle giebt, welche ſchwer vom Feuer ergriffen und daher ſchwer entzündet werden kann. Wegen der ſchwereren Zerſetzbarkeit laſſen ſich die Momente, wo der Kohlenreſt noch verſchiedene beſtimmte Mengen des leichter entzündlichen Waſſerſtoffs enthält, ſchärfer feſthalten, daher man auch mit Sicherheit beſtimmte Grade der Entzündlichkeit der Kohle darſtellen kann.

§. 114.

Man benutzt deshalb Harze, Oele u. ſ. w. unzerſetzt als Beiſatz zu den Miſchungen von Sauerſtofflieferer und Verbrenner, wo neben den Produkten, welche dieſe geben, noch eine voluminöſe Kohlenwaſſerſtoffflamme von Nutzen ſein kann, und keine raſche Verbrennung nöthig iſt. Gummi wendet man an, wo man die Miſchung in eine feſte Maſſe umwandeln will, und dies nicht durch Verdichtung erreichen kann (durch Gummiauflöſung), wo aber die eigenthümliche Flamme der Miſchung nur wenig verändert werden darf, wo alſo die ſtarke Kohlenwaſſerſtoffflamme der Oele u. ſ. w. ſtörend wirken würde. Die Gaſe, welche dieſe Subſtanzen entwickeln, verbrennen wie an der Atmoſphäre, werden aber wegen der ſtarken Gasentwicklung der brennbaren Miſchung weiter mit fortgeriſſen, und verbrennen erſt, wenn ſie aus der Flamme der Miſchung heraus an die atmoſphäriſche Luft gelangen, mit dem Sauerſtoff derſelben. Die Flamme iſt daher ſehr viel voluminöſer, und man kann die beiden, die der brennbaren Miſchung und die der vegetabiliſchen Subſtanz, wenn beide verſchieden gefärbt ſind, ſehr deutlich unterſcheiden, indem die der Miſchung zunächſt derſelben ſteht, und die der vegetabiliſchen Subſtanz ihre Verlängerung bildet. — Die bei der Zerlegung der vegetabiliſchen Subſtanz überſchüſſig bleibende

Digitized by Google

Kohle nimmt Theil an dem vom Sauerstofflieferer hergegebene Sauerstoff, verbrennt aber, da sie kuglig und fast ganz wasserstoffleer ist, langsam.

§. 116.

Es ist noch nicht sicher bekannt, welches der Grad von Zersetzung ist, wo man eine schnelle Entzündung und Verbrennung statt der langsamen der ganz unzersetzten Substanz erhält. Es ist wahrscheinlich, daß sie dann eintritt, wenn die vegetabilische Substanz sich durch und durch gebräunt zeigt, doch ist die Stufe der Bräunung, welche dies andeutet, nicht ermittelt. Es ist aber so wenig sicher, bei welchem Gehalte an Kohlenwasserstoff sich die höchste Verbrennlichkeit ergiebt, eben so ist nicht ermittelt, wie viel bei den verschiedenen Stufen der Kohle beim Erhitzen an Sauerstofflieferer verbrannter Kohlenwasserstoff entweicht und erst an der Atmosphäre für den Zweck wirkungslos verbrennt, und wieviel dagegen mit dem Sauerstoff der Lieferer verbrennt und so jedenfalls die wirksame Gasmenge vermehrt.

Die unzersetzten Vegetabilien.

§. 117.

Nach dem Obigen kann für die vorliegende Zwecke nur von den leicht durch Hitze zersetzbaren Vegetabilien Anwendung gemacht werden. Es sind dies Harze, fette und ätherische Oele. Diese geben in der hier angeführten Reihe mehr Kohlenwasserstoff und weniger überschüssigen Kohlenstoff. Sie sind daher in dieser Reihenfolge auch mehr geeignet zu Zusätzen zu den Mengungen, indem nur die Kohlenwasserstoffflamme nützlich wird, überschüssige kuglige Kohle dagegen in den Verbrennungsprozeß der Mengungen eingreift, und in ihrer Wirkung, die der fasrigen nicht ersetzt (§. 115.)

Harze.

§. 118.

Die Harze sind Ausflüsse aus Bäumen; sie sind alle fest, meist durchsichtig, unkristallinisch, von einem spez. Gewicht von 0,93 bis 1,20, wenn sie aus den Bäumen sich absondern, sind sie mit ätherischen Oelen gemengt, und dann dünnflüßig bis zähe. Wenn das Oel an der Luft sich ver-

Digitized by Google

flüchtigt, oder durch gelindes Erhitzen entfernt wird, so bleibt das harte spröde Harz zurück. Die meisten Harzsorten sind nicht reine Harze, sondern noch solche Gemenge von vielem Harze mit wenig ätherischen Oelen, namentlich ist dies bei allen Harzen der Fall, welche Geruch haben, indem dieser durch das Oel erzeugt wird. Alle diese riechenden Harze sind daher auch nicht von konstanter Zusammensetzung, sondern nach der Bereitung mehr oder weniger ätherische Oele enthaltend, also auch mehr hart und leicht pulverisirbar oder mehr weich und zähe. In dem Maaße als sie weicher sind, daher das ätherische Oel vorwaltet, geben sie beim Verbrennen mehr Kohlenwasserstoff und weniger überschüssige Kohle.

§. 119.

Die Harze sind bei nicht sehr erhöhter Temperatur (meist innerhalb 100 ° C.) schmelzbar, und werden sie nur bis zur Schmelzhitze erwärmt, so erstarren sie unverändert. Wird die Erhitzung aber so weit getrieben, daß die geschmolzne Masse Luftblasen entwickelt, so tritt schon theilweise Zersetzung ein; die Masse bräunt sich, und giebt erstarrt und dann verbrannt mehr überschüssige Kohle und weniger Kohlenwasserstoff als vor dem Schmelzen.

§. 120.

Die Harze sind nicht auflöslich in Wasser, mehr oder weniger auflöslich in Alkohol, (mit dem sie gelinde erhitzt sehr dünnflüssig werden) und dessen Mengungen mit Wasser und einigen ätherischen Oelen. Sie verbinden sich in dieser letzteren Auflösung leicht mit Schwefel.

§. 121.

Von den verschiedenen Harzsorten kann wegen des hohen Preises der ausländischen nur das aus der Fichte (Pinus picea) ausfließende für die vorliegenden Zwecke in großen Mengen angewendet werden; in kleineren Mengen auch das Harz der im Orient wachsenden Pistacea Lentiscus (Mastix).

§. 122.

Aus der Fichte fließt eine zähe Masse, welche ein Gemeng eines Harzes und eines ätherischen Oeles ist. Die Masse heißt Terpenthin (gemeiner), das Oel, Terpenthinöl. Wird der Masse durch Kochen mit Wasser nur etwas Oel entzogen, indem dies mit dem kochenden Wasser verdampft, so entsteht weißes Pech, bei etwas geringerem Oelgehalt Gallipot, bei noch geringerem Oelgehalt Burgunder Harz; wird der Terpentin unmittelbar erhitzt und so das Oel noch mehr entfernt, so heißt der schon etwas gebrannte Rest gekochter Terpenthin, ist noch mehr Oel entfernt, so ist der

Digitized by Google

Rest noch brauner und heißt Kolophon. Hat man die Hitze zu schnell erhöht, so daß schon ehe das ätherische Oel entwichen, eine bedeutende Zersetzung des Harzes statt gehabt, so entsteht schwarzes Pech.

§. 123.

Ueberläßt man dem Gehalt an Harz und Theer nicht sich selbst auszufließen, sondern treibt man ihn durch Hitze aus dem Holze, so erhält man ein Gemenge von schon theilweise zerlegten Harzen und Oele mit Essigsäure, welches man, so lange es noch weißlich und sehr dünnflüssig übergeht, Theergalle, wenn es brauner und dickflüssiger wird, Theer nennt. Wird dies durch Erhitzen von seinen flüchtigen Gemengtheilen befreit, so bekommt man, je nachdem das ätherische Oel, (Kienöl), mehr entfernt wird, erst weißes, dann grünes, zuletzt Schusterpech.

§. 124.

Diese verschiedenen Harzzwischenstufen sind sehr verschieden schmelzbar, die am meisten ätherisches Oel haltende, wie weißes Pech, Galipot, auch schwarzes Pech, werden schon im Sommer im Schatten weich und zerfließen in der Sonne. Kolophon, als das am meisten dem reinen Harze sich nähernde, wird bei 55 ° weich und schmilzt bei 105 °.

§. 125.

Die Reinheit der Fichtenharze untersucht man durch Auflösen einer Probe in absolutem Alkohol, wo kein Rückstand bleiben darf.

Aetherische Oele.

§. 126.

Die ätherischen Oele haben sehr geringes spez. Gewicht, verdampfen bei niederer Temperatur, riechen stark, sind leicht in Alkohol, und in sehr großer Menge Wasser löslich.

§. 127.

Von den ätherischen Oelen können hier nur die obengenannten Terpentin und Kienöl, und das Steinöl (Naphta), welches aus der Erde ausfließt, in Betracht kommen.

§. 128.

Diese Oele müssen wasserklar sein, sich gelinde erhitzt ohne Rückstand verflüchtigen.

§. 129.

Steinöl giebt, da es gar keinen Sauerstoff enthält, beim Verbrennen eine sehr reine intensive Kohlenwasserstoffflamme.

Digitized by Google

Terpentinöl steht darin nach, es giebt beim Verbrennen mehr Ruß und mehr überschüssige Kohle, in dem Maaße mehr als es unreiner ist, d. h. Harz gelöst enthält.

Die zersetzten fasrigen Vegetabilien.
(Pulverkohlen.)

§. 130.

Der §. 115 angegebene Zweck der Pulverkohle macht es nothwendig, alle Mittel anzuwenden, welche ihr die höchste Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit geben, und wenn das Maximum nicht angewendet werden soll, die Zwischenstufen immer mit Sicherheit festzuhalten.

§. 131.

Jedenfalls ist, welcher Grad der Entzündlichkeit gefordert werden mag, dahin zu trachten, daß die Form der Kohle die feinste Faser sey, als diejenige, welche auf gleiche Masse die meiste Oberfläche bietet, dabei eine größere Festigkeit hat, als die grobe Faser oder die kuglige schwammige Substanz, indem sie die Konsistenz, welche ihr die Lebenskraft gegeben, mit der Form beibehält. Die verschiedenen Grade von Entzündlichkeit werden durch verschieden weit fortgesetzte Zersetzung (Verkohlung) zu erhalten seyn.

§. 132.

Die Form der Faser wird daher abhängig werden von der Auswahl des Materials. Die Behandlung desselben wird Beseitigung aller außer dem Faserstoffe etwa sonst noch vorhandener Substanz und sichere Erreichung des geforderten Grades der Verkohlung zu erstreben haben.

Material.

§. 133.

Die fasrige Struktur kömmt in den Vegetabilien besonders in den Stammtheilen der holzigen Pflanzen vor. Nur diese werden daher zum Verkohlen anzuwenden seyn. Diese enthalten aber nicht blos Faserstoff, sondern auch andere vegetabilische Substanzen, welche beim Zersetzen schwerer entzündliche Kohle geben. Man hat daher die Verkohlungssubstanz so zu wählen:

1) daß ihre Faser möglichst fein sey,
2) daß die nicht fasrigen Substanzen bei der Bearbeitung möglichst leicht und vollständig fortgeschafft werden können.

§. 134.

Die Pflanzenfaser kömmt am feinsten im Flachs, Hanf, den Bohnenstengeln und ähnlichen Pflanzen, so wie in den jüngsten Anwüchsen weicher Holzarten vor. Flachs, Hanf und die Zweige weicher Hölzer sind daher das Material, dagegen sind diejenigen fasrigen Pflanzenstengel, welche viele Kieselerde enthalten, als die der Getreide- und Grasarten, nicht zur Darstellung entzündlicher Kohle geeignet.

§. 135.

Hanf und Flachs sind für die Kohlebereitung am vortheilhaftesten, indem ihre Faser die feinste ist, und ihre Kohle, da die Fasern nebeneinander liegen, sich am leichtesten und feinsten kleinen läßt. Durch Rösten und Brechen muß aber der kleberartige Stoff, welcher in der Pflanze die Fasern aneinander heftet, so wie die schuppige Rinde, welche sie bedeckt, entfernt seyn, indem diese Substanzen keine faserige, sondern eine schwammige, schwer entzündliche Kohle geben. Das eben Gesagte gilt auch von den Fasern der Bohnenstengel.

§. 136.

Wendet man alte Leinewand zur Verkohlung an, so übertrifft das Produkt das aus frischem Flachs und Hanf erhaltene bei weitem, indem in der Leinewand durch das Spinnen, Weben, Waschen und vielfache Reiben im Gebrauch die Fasern noch viel feiner geworden sind. Die Leinwandkohle ist deshalb überaus leicht entzündlich, dabei ist sie spezifisch schwerer als Flachskohle, und diese schwerer als Holzkohle. Die Leinwand muß vor der Verkohlung durch Waschen mit schwacher Kalilauge von Schweiß u. s. w. gut gereinigt seyn.

§. 137.

Der allgemeinen Anwendung von Hanf-, Flachs-, Leinwand-, Bohnenstengelkohle u. s. w. tritt der hohe Preis des Rohmaterials entgegen. Sie wird daher nur da, dann aber auch mit größtem Vortheil angewendet werden können, wo eine Erhöhung des Preises nicht in Betracht kömmt. Deshalb ist zu empfehlen für Jagdpulver der Holzkohle etwas Leinwandkohle zuzusetzen.

§. 138.

Im Holze sind die Fasern fest aneinander gewachsen, sie werden durch die Verkohlung löslicher in dem Maaße, als sie feiner und jünger und weniger in einander verwoben sind. Es darf daher nur in 1 bis 2" starken Zweigen, die frei vom Astknoten sind, angewendet werden. Je weicher das

Digitized by Google

Holz, desto feiner ist die Faser in gleich alten Zweigen; man darf daher nur weiche Hölzer anwenden, besonders Faulbaum, Haselnuß, Weide, Linde, Pappel, Wachholder, schwarze Konelius-Kirsche, Erle, Birke; Faulbaum verdient in sofern den Vorzug, als es den geringsten unverbrennlichen Rückstand (0,0025) läßt (s. §. 139).

§. 139.

Das Holz besteht nicht blos aus Fasern, zwischen denselben liegen die häutigen Spiralgefäße die mit dem Safte gefüllt sind, welcher aus einer wässrigen Auflösung von vegetabilischem Eiweiß, Extraktivstoff und essigsaurem Kali besteht. In der Mitte des Zweiges liegt die Markröhre, welche mit einer schwammigen Substanz gefüllt ist, der Zweig ist äußerlich bedeckt mit Bast und Rinde, die ein schuppiges und grobfaseriges Gefüge haben. Alle diese neben der Faser vorhandenen Substanzen geben eine schwammige, schwer entzündliche Kohle, die sich über die Faserkohle legt, und auch diese schwerer entzündlich macht. Die Kohle der Rinde fliegt, wenn die Faserkohle mit einem Sauerstofflieferer verbrannt wird, als flammende Funken weit umher. Das essigsaure Kali des Saftes wird bei der Verkohlung zu kohlensaurem Kali, was theils einen unverbrennlichen Rückstand bedingt, theils die Kohle noch stärker hygroskopisch macht als sie selbst ist.

§. 140.

Im Frühjahr wenn neue Zweige treiben, werden die festen Theile des Saftes zu dieser Bildung verwendet, die in den vorjährigen Zweigen bleibende Flüssigkeit ist dann zwar qualitativ größer, als zu anderer Jahreszeit, aber viel wässeriger als sonst; es bildet sich ferner im Frühjahr zwischen Splint und Rinde eine neue Holzlage, wozu sich die Rinde von der vorjährigen Lage löst, und in den entstehenden Zwischenraum tritt der Saft, der die neue Lage bildet. Das Frühjahr ist daher die geeignete Jahreszeit zum Schlagen des Kohlholzes, indem sich dann in den Säftegefäßen fast reines Wasser befindet, und Rinde und Bast sich leicht vom Holze lösen, und vollständig abgeschält werden können, während sie zu andern Jahreszeit abgeschnitten werden müssen, wobei leicht etwas davon auf dem Holze bleibt, oder viel von dem Holze mit weggeschnitten wird. — Im Nothfalle kann man statt Zweige klein gehauenes, junges, astfreies Holz anwenden, das man von Splint und Rinde befreit hat.

Digitized by Google

§. 141.

Um das Entfernen des Saftes zu erleichtern und das Zerstören des Markes möglich zu machen, spaltet man die Zweige der Länge nach durch das Mark. Das letztere wird am sichersten durch Auskratzen der Markröhre mit einem scharfen Eisen entfernt. Um den Saft und die Saftgefäße fortzuschaffen, muß das Holz entweder zehn Jahre lang im Freien aufgestellt werden, wobei es trocknet, und die leicht zersetzbaren Saftgefäße durch langsam fortschreitendes Verstocken sich auflösen, oder, was viel kürzer und wohlfeiler ist, und auch verhütet, daß sich das Holz mit Sand mengt, die Zweige werden in verschlossenen Räumen durch Wasserdämpfe ausgelangt, wozu ein besonderer Apparat eingerichtet wird, es kann aber auch unmittelbar vor dem Verkohlen geschehen. Das bei andern Hölzern zur Fortschaffung der Säfte zuweilen mit Nutzen anzuwendende Einlegen in Wasser darf hier nicht statt haben, weil sich ein zäher Schlamm an das Holz setzt, der sich vor dem Verkohlen nicht sicher abscheiden läßt und schwammige Kohle giebt.

§. 142.

Statt dieser Vorbereitung der Zweige, kann man auch auf dem Stamme verfaultes Holz anwenden; die Fäulniß hat hier die Saftleiter und den Saft zerstört, und die zu starke Faser aufgelockert. Das verfaulte Holz muß vom Wurmmehl befreit werden.

§. 143.

Frisch geschlagenes Holz kann bis 40 Prozent Wasser enthalten, das lufttrockene hat bis 15. 100 Theile ganz trockenes Holz enthalten im Durchschnitt 50,67 Kohlenstoff, 42,67 Sauerstoff, 5,33 Wasserstoff, 1,33 unverbrennliche Substanz. Von diesen letzteren wird durch die im §. 141 angegebene Operationen viel fortgeschafft.

§. 144.

Erhitzt man Holz in verschlossenen Räumen, so entweicht erst das Wasser; nächstdem tritt eine Zerlegung der Holzsubstanz ein, es verbindet sich etwas Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser, etwas Kohlenstoff Wasserstoff und Sauerstoff zu Essigsäure, brenzlicher Säure, Theer, der noch übrige Theil des Sauerstoffs mit Kohle zu Kohlenoxydgas, ein Theil des Wasserstoffs mit Kohle zu Kohlenwasserstoff; alle diese Verbindungen verflüchtigen sich in Gasform. Zurück bleibt eine lose Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, die Kohle, welche genau die Form des Holzes, obwohl mit verringertem Volumen hat. Sobald das freie

Digitized by Google

Wasser sich entfernt hat, fängt das Holz an sich schwach zu bräunen; diese braune Farbe nimmt mit der Zersetzung zu, und wenn diese ganz bis zu Ende getrieben ist, hat die Kohle eine blauschwarze Farbe. Die übrig bleibende Kohle hat verschiedenes Gewicht, je nachdem man die Zersetzung früher oder später unterbrochen, und je nach dem Gewichte ist auch das Verhältniß des Kohlenstoffs und Wasserstoffs darin verschieden. Je mehr von dem letzteren noch in der Kohle vorhanden, desto entzündlicher, weicher, zerreiblicher ist diese. Je geringer das Gewicht der zurückbleibenden Kohle ist, desto mehr unverbrennlicher Rückstand (Asche) läßt sie, indem dieser eine konstante Gewichtsmenge des Holzes beträgt, daher in dem Maaße größer in der Kohle wird, als sie selbst ein geringerer Gewichtstheil des Holzes ist. Doch wird die Menge des unverbrennlichen Rückstandes auch durch die Verkohlungsart modifizirt, und bei gleichem Grade von Verkohlung bleibt um so weniger Asche in der Kohle, je rascher die sich entwickelnden Gasarten fortgeführt werden.

§. 145.

Kohle die 40 Prozent des lufttrockenen Holzes wiegt, ist chokoladenbraun, mit gelbbraunen Adern, von scharfem Bruch, glatt, zart; dünne Stücke lassen sich biegen, beim Brechen splittert sie nicht, auf hellem Papier giebt sie einen braunen Strich, sie ist leicht zerreiblich, das Pulver fühlt sich zwischen den Fingern gerieben fettig an, und sieht sammtartig aus; es bedarf, um sich mit Salpeter und Schwefel mengen und in Körner formen zu lassen, weniger Mühe und Befeuchtung; sie ritzt blankes Kupfer nicht, beim Anschlagen giebt sie einen dumpfen Klang; angezündet brennt sie mit heller, vollkommen rauchloser Kohlenwasserstoff- und Kohlenoxydgasflamme (gelb unten blau), sie löst sich großentheils in einer Auflösung von Kaliumoxyd (kaustischem Kali). Kohle die 23 Prozent des Holzes giebt, ist braunschwarz, giebt beim Entzünden eine kurze Flamme, und steht in allen übrigen Eigenschaften mitten inne zwischen der obigen Kohle und der ganz ausgeglühten, die etwa 13 Prozent des Holzes giebt; diese ist blauschwarz, hart, rauh, hat nur noch kaum das Gefüge des Holzes, bricht und splitert leicht, saugt begieriger Feuchtigkeit an als braune, färbt nicht ab, ritzt Kupfer, giebt einen hellen Klang, zeigt beim Anzünden keine Flamme, (diese verschwindet wenn die Kohle weniger als 18 Prozent des Holzes giebt), sie kleint sich schwer, das Pulver fühlt sich trocken an, läßt sich schwerer mit Salpeter und Schwefel bindend machen; sie ist nicht in kaustischem

Digitized by Google

Kali löslich. Gepulverte Kohle von etwa 28 Prozent Holzgewicht, welches die in den meisten neueren Fabrikationen angenommene ist, hat ein spez. Gewicht von 1,15. Kohle entzündet sich bei etwa 380° (s. §. 85.)

§. 146.

Die Kohlen sind zusammengesetzt:

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Asche.
die chokoladenbraune	0,735	0,258	0,007
die braunschwarze	0,846	0,143	0,011
die blauschwarze	0,906	0,076	0,018

Die braune Kohle, gleich nach der Bereitung stark erhitzt, giebt eine dicke bräunliche Flüssigkeit (Theer mit Holzsäure). Nach längerer Zeit in verschlossenem Raume erhitzt, giebt sie 40 Prozent Gas, größtentheils Kohlenwasserstoff der ersten Art (§. 102); es detonirt, mit Sauerstoff gemengt, nicht mit atmosphärischer Luft, wird das Gemenge mit Sauerstoff, mit gleichen Theilen atmosphärischer Luft gemengt, so detonirt es nicht.

§. 147.

Beim Verkohlen selbst kommt es darauf an, daß die Produkte der verschiedenen Verkohlungen untereinander, und die jeder Verkohlung für sich möglichst gleichartig seien. Wenn man auch kleinere Ungleichheiten, welche nicht ganz zu verhüten sind, durch Sortiren der Kohle unschädlich machen kann, so wird doch durch den Abgang die Kohle vertheuert, indem ein nochmaliges Verkohlen der zu schwach verkohlten mit noch gar nicht verkohlten Materialien neue Veranlassung zu Ungleichheit des Produktes geben würde.

§. 148.

Eine fernere Bedingung ist, daß wenn auch die Verkohlung langsam fortschreiten muß, damit man jedesmal mit Sicherheit den Punkt der Verkohlung festhalten kann, der als der angemessene bestimmt worden, doch die sich bildenden Gase rasch abgeführt werden müssen, indem einige von ihnen, die Essigsäure, das ätherische Oel u. s. w., sich sonst ebenfalls im Verkohlungsraume verkohlen, und ihre schwammige Kohle (Glanzruß) auf die Faserkohle niederschlagen; auch reißen die schnell abziehenden Gase die unverbrennlichen Theile des Saftes sicherer mit sich fort, wodurch die Kohle weniger hygroskopisch wird, und weniger unverbrennlichen Rückstand sehen läßt. Die beste Kohle läßt etwa 0,0025 Asche, die schlechteste 3mal so viel. Ein jeder Zutritt von atmosphärischer Luft ist schädlich, da ein Theil der Kohle ver-

Digitized by Google

brennt, wodurch Verlust entsteht, und die übrige Kohle mit der Asche der verbrannten verunreinigt wird.

§. 149.

Der vortheilhafteste und wohlfeilste Verkohlungsapparat ist ein gemauerter Ofen, in welchen gußeiserne Cylinder horizontal eingelegt sind. Am leichtesten ist die Verkohlung zu regeln, wenn jeder Cylinder eine eigene Feuerung hat; will man der Ersparniß wegen mehrere Cylinder mit einer Feurung treiben, so müssen diese neben- nicht übereinander liegen. Die Cylinder werden mit Zügen umgeben, durch welche die Flamme vom Roste zum Schornstein gelangt. Hat die Feurung nur einen Cylinder zu versehen, so steigt der Zug vom Roste aufwärts an einer Seite des Cylinders, biegt sich über diesen hinweg, geht auf der andern Seite so tief hinab als er aufgestiegen, und mündet in einem Kanal der dem Roste zuführt. Liegen zwei Cylinder nebeneinander über einer Feurung, so steigt die Flamme in 2 Zügen, die auf gleiche Weise jeder über einen Cylinder gehn. Durch Züge und Windpfeifen, oder wenn die Cylinder die ganze untere Seite der Flamme bieten, indem man nur an einer Stelle zuerst Feuer macht, und dies allmählig nach verschiedenen Punkten schiebt, sucht man die Gleichförmigkeit der Verkohlung durch die ganze Länge des Cylinders zu erhalten. Man muß den Gang der Verkohlung in jedem der Cylinder durch Erfahrung kennen, und wenn mehrere von einem Feuer geheizt werden, die am schnellsten Verkohlenden zuletzt füllen.

§. 150.

Die Cylinder sind an beiden Seiten offen, und werden mit Doppelthüren, welche durch Sandeinfüllung oder Vermaurung mit schlechtem Wärmeleiter verschlossen und verlutirt, damit keine amosphärische Luft eindringen könne. Die Hinterthüre, welche ein für allemal eingesetzt und vermauert wird, ist durch mehrere Röhren durchbrochen, wovon eine in eine dünnere Röhre eingesetzt ist, die dazu dient, die Gase abzuleiten, und eine zweite dieser Röhren um eine Proberuthe aufzunehmen, die in den Stöpsel der Röhre befestigt wird, so lang ist als der Cylinder, und während des Verkohlens zuweilen herausgenommen wird, um den Standpunkt der Verkohlung an den verschiedenen Stellen des Cylinders kennen zu lernen. Die Vorderthüre wird zum jedesmaligen Laden und Entladen geöffnet, dann wieder mit Schrauben oder Spitzen fest angedrückt, und ringsum mit Lehm oder mit Kitt von Thon und Kohlengestüb verschmiert.

Digitized by Google

Um die Wärmeleitung durch die Vorder- und Hinterthüre mehr zu vermindern, macht man diese doppel und füllt dann den Zwischenraum mit Sand, oder man schiebt Blechcylinder mit Sand oder Asche gefüllt vor dieselbe, und läßt eine Luftschicht zwischen beiden. Um den Cylinder sicherer zu ververschließen, sind die Thüren größer als das Innere der Cylinder.

§. 151.

Die Cylinder geben desto gleichmäßigere aber auch theurere Kohle als sie weniger Holz auf einmal fassen, also geringere Durchmesser haben. Die Hitze braucht bei kleineren Cylindern, um bis in die Mitte einzudringen, nicht so groß zu sein, als bei großen. Erstere geben daher auch braunere Kohle. Für die beste Kohle wendet man Cylinder an die nur 70 Pfund Holz fassen.

§. 152.

Das Holz wird in Bündeln oder lose in die Cylinder eingebracht, so daß diese möglichst eng gefüllt sind, und die dünnsten Zweige in der Mitte liegen; die starken Enden liegen nach der heißesten Stelle, meist der Vorderthüre. Sie müssen vorne und hinten einige Zoll von der Thüre abbleiben.

§. 153.

Man heitzt gelinde an, und steigt sehr allmählig bis 250 ° R. Niemals darf der Cylinder zum Glühen kommen, sonst wird die Kohle schwer entzündlich. Je langsamer und gleichmäßiger die Hitze steigt, desto gleichmäßiger wird die Verkohlung, und desto braunere Kohlen erhält man. Braune Kohle ist daher theurer als schwarze, obwohl der Ertrag von gleicher Holzmenge größer ist.

§. 154.

Die entweichenden Gase geben sowohl nicht entzündet als entzündet den Standpunkt der Verkohlung im Allgemeinen zu erkennen. Die Proberuthe, die von Zeit zu Zeit herausgenommen wird, den Standpunkt der Verkohlung an den einzelnen Theilen der Länge. — Im Anfange entweicht das Wasser als bläulicher Dampf, bei steigender Hitze folgt Kohlensäure mit Ruß in dunkeln Wolken, die angezündet roth brennen. Je mehr die Temperatur steigt, desto mehr Kohlenoxydgas bildet sich an der Stelle von Kohlensäure, desto lichter, feiner wird der Dampf, desto mehr hat das Gas bei der Entzündung eine mehr bläuliche Flamme. Nun folgt Kohlenwasserstoffgas, das Gas wird immer lichter, fein wolkiger; die Flamme erst violett, dann weißlich; diese wird

Digitized by Google

nun immer weißer und glänzender, dabei aber bald kürzer und verlischt zuletzt. Bis zum Violettwereen der Flamme muß man es jedenfalls kommen lassen, und bis zum Verlöschen darf man die Operation nicht fortsetzen. Dies sind also die Grenzen für die verschiedenen Abstufungen. Beim Violettwerden der Flamme unterbrochen, beträgt die Kohle 40 Prozent des Holzes, beim Gelbwerden 30, beim Verlöschen 15.

§. 155.

Es ist vortheilhafter das unentzündete Gas, welches eben so sicher durch seine Farbe und Dichte als Maaß dienen kann, zu beobachten als das Gas zu entzünden; theils giebt das Entzünden zuweilen Anlaß zu Explosionen in den Cylindern, theils strömen die entzündeten Gase nicht so gleichmäßig ab als die unentzündeten, theils kann man das Gas anderweitig, wenn es gereinigt, als Beleuchtungsmittel, die mit fortgehende Holzsäure und den Theer, ersteres als chemisches Produkt, letzteres indem man ihn auf das Brennmaterial gießt, oder als Anstrichmittel benutzen. Eben so wenig ist es zu empfehlen, die Gase unmittelbar unter dem Cylinder als Heitzungsmittel zu verbrennen. Man leitet daher am besten die Produkte der Verbrennung mittelst Röhren durch kaltes Wasser, wo sich der Theer nnd die Holzsäure verdichtet, und als Flüssigkeit aufgesaugt, das Gas in einem Gasometer über kalt Wasser aufgefangen, und zur Beleuchtung benutzt wird. Nur zuweilen läßt man etwas Dampf ausströmen um den Gang der Verkohlung zu erkennen. Bei längerer Uebung ist auch das nicht erforderlich. Die Mündung der Röhre muß jedenfalls abgesperrt sein, sonst tritt atmosphärische Luft zu den Kohlen, und die Temperatur sinkt im Cylinder zu sehr herab. Im letzten Abschnitte der Verkohlung muß aber die Röhre geöffnet sein, sonst schlägt der nun am stärksten sich entwickelnde Theer auf die Kohle nieder, oder die Kohle saugt die entwickelnden Gase wieder ein, wodurch sie weniger entzündlich wird, und erst während des Erkaltens der Kohle verschließt man die Röhre.

§. 156.

Ist die Verkohlung bis nahe zu dem Punkte gediehen, wo man sie unterbrechen will, so zieht man die Proberuthe und leitet, wenn einzelne Stellen noch zurück sein sollten, die Hitze dahin, indem man entweder das Feuer dahin schiebt, oder durch Oeffnen und Schließen der betreffenden Züge eine angemessene Erhöhung und Erniedrigung der

Digitized by Google

Temperatur an den verschiedenen Punkten bewirkt. Das Unterbrechen der Verkohlung geschieht indem man entweder die Kohle herausnimmt (§. 157), oder das Feuer verlöschen läßt.

§. 157.

Ist die Verkohlung beendet, so entladet man gewöhnlich die Cylinder, die nun nur noch etwa zur Hälfte gefüllt sind, und bringt die Kohle in blecherne mit Deckeln versehene Gefäße, deren Ritze man verklebt, um sie erkalten zu lassen. Hölzerne Gefäße taugen nicht, da die Kohlen in ihnen Wasser anziehen. Man wirft dabei sogleich die nicht vollständig verkohlten Stücke (Bränder) aus, indem diese noch Gase, besonders brenzliches Oel, entwickeln, welche die übrigen Kohlen auffangen und weniger entzündlich werden. Man kann das Holz gleich in solche, mit kleinen Oeffnungen versehene Blechgefäße in die Cylinder zum Verkohlen einsetzen, man zieht diese nach der Verkohlung heraus, und setzt neue ein, um sogleich die höhere Temperatur der Cylinder zu benutzen. Will man den Cylinder selbst erkalten lassen, so löscht man erst das Feuer, schließt nach 10 Minuten alle Oeffnungen, und öffnet den Cylinder erst nach 12 Stunden.

§. 158.

Die Kohle wird vor dem Kleinen erst ausgestaubt, dann sowohl nach der Größe der Stücke als nach der Farbe sortirt. Finden sich aschige Stücke (mit weißem Anflug) darin, so ist die Kohle zu verwerfen. Die dünnsten Stengel und die lichtbraunsten Stücke werden zum besten Pulver verwendet. Man zerbricht auch wohl die dünnen Zweige noch, und wählt nur die ganz gleichmäßig durchgebrannten, scharfkantigen Stücke zum feinsten Pulver. Alle Stücke die glänzende Stellen zeigen (Glanzruß) (§. 148) werden ausgeworfen, zerbröckelte zu schlechten Pulversorten verwendet.

§. 159.

Naß gelöschte, oder sehr lange an der Atmosphäre liegende Kohle, die viel Feuchtigkeit aufgesaugt hat, ist schwer entzündlich, und neues Ausglühen hilft nicht. Kohle muß daher immer bald verarbeitet, oder wenn man sie einige Zeit aufbewahren muß, nicht gekleint, und in gut schließende Gefäße gebracht werden. Sie darf dabei nicht in leinene Säcke eingeschlossen werden, sonst hängen ihr unzersetze Fasern an, die, wenn sie mit in die Mengungen eingehen, hohe Funken werfen.

§. 160.

Kohle kann sich, wenn sie nicht feucht geworden, durch

Digitized by Google

heftige Stöße oder durch Reibung entzünden. Es kömmt dies nicht selten beim Kleinen der Kohlen durch Stoßen, und zuweilen beim Versenden von Kohlenstücken zu Wagen, wo sie sich reiben, vor. Diese Entzündung der Kohle durch Friktion ist die Veranlassung zu den meisten Unglücksfällen beim Arbeiten mit explodirenden Mengungen die Kohle enthalten. Außerdem entzündet sich auch die frischbereitete, wenn sie gekleint und der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, wodurch viele Gebäude bereits abgebrannt sind. Die Kohle saugt, fein gepulvert, wegen ihrer großen Oberfläche Luft und Feuchtigkeit sehr begierig ein, (wobei sie etwa um 1 Prozent an Gewicht zunimmt), und entzündet sich mehrere Zoll unter der oberen Fläche, während die Entzündung durch Friktion von außen ausgeht. Zur Entzündung durch Ansaugung gehören größere Massen (mindestens 30 Pfund), und eine Aufschichtung von mindestens 2 Zoll Höhe. Je frischer die Kohle ist, desto kleinere Mengen genügen. An trockenen Tagen geschieht die Entzündung leichter als an feuchten. Es bedarf 10 bis 24 Stunden ehe sie ausbricht. Die Entzündung tritt schwer ein, wenn die Kohle vor dem Kleinen 5—6 Tage in Stücken gelegen, doch kann es bei sehr großen Haufen auch noch nach 12 bis 14 Tagen eintreten, oder wenn sie gepulvert in gut wärmeleitende Gefäße eingeschlossen ist, und sie wird ziemlich sicher verhütet, wenn man die Kohle mit Schwefel oder Salpeter zugleich pulvert, oder die Fässer, welche die Kohlen enthalten, oft wälzt. Das Befeuchten der Kohle schützt dagegen nicht sicher.

§. 161.

Kohle zieht sehr begierig Feuchtigkeit aus der Luft, in dem Maaße an, als sie stärker verkohlt ist; schwarze da wo braune nur 7 Prozent an Gewicht zunimmt bis zu 15 Prozent, welches eben das Maximum für gepulverte ist. In Stücken ist das Maximum etwa 8 Prozent. Wenn sie naß abgelöscht worden, kann sie bis 30 Prozent Wasser enthalten ohne feucht zu scheinen.

Digitized by Google

II. Verbrennung im Sauerstoff und Chlor.

A. Der Sauerstoff- und Chlorlieferer.

§. 162.

Zur Lieferung von Sauerstoff und Chlor zugleich kann nur ein chlorsaures Salz dienen; daß auch hier von diesen vorzugsweise das Kalisalz zu wählen sei, beruht auf denselben Gründen, die §. 20 angegeben. Die Angabe über das chlorsaure Kali die hier von Einfluß sind, liefert §. 75 u. f. f.

B. Die Verbrenner.

§. 163.

Wasserstoff und Antimonmetall geben bei sehr niedrer Temperatur Verbrennungen mit Chlor; daher können Kombinationen dieser Stoffe mit chlorsaurem Kali andere Wirkungen geben, als mit salpetersauren Salzen, wo statt Chlor Stickstoff frei wird, welcher zu obigen Stoffen keine oder doch nur schwache Verwandtschaft hat.

§. 164.

Der Wasserstoff kann auch hier nur als Kohlenwasserstoff vorkommen; und zwar durch Zerlegung unzersetzter Vegetabilien (Harze), entweder mittelst Hitze, oder mittelst Schwefelsäure, die zugleich das chlorsaure Kali und das Vegetabil zerlegt.

§. 165.

Was §. 100 u. f. f., und 117 u. f. f. von den unzersetzten Vegetabilien gesagt worden, gilt auch hier.

Das Schwefelantimon.

§. 166.

Das Schwefelantimon $\dot{S}b$ besteht aus 2 M.-G. Antimonmetall (2.806,45 = 1612,90) und 3 M.-G. Schwefel (3.201,17 = 603,51), also in 100 Theilen 72,77 und 27,23 und hat ein spezifisches Gewicht von 4,0 bis 4,4. Das Antimon verbindet sich mit Chlor sehr leicht; schon beim Einbringen von gepulvertem Antimon in Chlorgas bei gewöhnlicher Lufttemperatur entzündet sich das Antimon, und

Digitized by Google

bildet eine Verbindung von 1 M.-G. Antimon mit 3 M.-G. Chlor. Mit Sauerstoff und Chlorlieferer zusammengebracht, verbrennt der Schwefel des Schwefelantimons mit dem Sauerstoff, das Antimonmetall mit dem Chlor.

§. 167.

Das Schwefelantimon hat im Bruche eine stahlgraue Farbe, eine strahlig, krystallinische Struktur, ist leicht schmelzbar, leicht zerreiblich und läßt sich durch Druck leicht verdichten.

§. 168.

Er kömmt schon fertig im Handel vor. Es wird aus dem Grauspießglanz, in welchem es mit erdigen Substanzen gemengt ist, ausgeschmolzen.

§. 169.

Wenn es noch in Stücken angekauft wird, bürgt die strahlige Textur und der Metallglanz hinreichend für seine Reinheit. Ist es schon gepulvert, so kann es mit Graphit gemengt sein. Man koche eine kleine Menge mit Königswasser. Ist es rein, so bleibt gar kein, oder nur ein kleiner gelber Rückstand, enthält es Graphit, so bleibt dieser unaufgelöst.

III. Die brennbaren Mengungen.

§. 170.

Aus der Zusammenstellung der gegebenen Sauerstofflieferer und Verbrenner werden Mengungen erhalten werden können, deren allgemeiner Effekt auf einer gesteigerten Verbrennung (im fast reinen Sauerstoff, oder Sauerstoff und Chlorgase) beruht, die aber in ihrer Wirkung selbst sehr verschieden sein können, indem theils die Sauerstofflieferer verschieden leicht zersetzlich sind, theils verschieden durch ihre Basis wirken, theils die Verbrenner mit Sauerstoff, Produkte von sehr verschiedener Eigenthümlichkeit geben. Dadurch also, daß man eine oder mehrere Sauerstofflieferer in verschiedenen Kombinationen, und einen oder mehrere Verbrenner

Digitized by Google

ebenfalls in verschiedener Zusammenstellung anwendet, wird man sehr verschiedene Effekte mit denselben wenigen Substanzen gewinnen können. Alle diese Mengungen heißen Sätze. Bei ihrer Vorbereitung zur Mengung ist unter Umständen eine solche Anhäufung von Wärme möglich, daß die Sauerstofflieferer (besonders das chlorsaure Kali) sich theilweise zersetzen, und die Verbrenner sich entzünden. Das erstere ist ohne allen Nachtheil, das letztere giebt eine gewöhnliche Verbrennung; Explosion oder heftige Verbrennung kann aber nur eintreten, wenn Sauerstofflieferer und Verbrenner schon gemengt sind.

Allgemeine Gesetze für die Mengungen.

§. 171.

Jede brennbare Mengung muß aus Sauerstofflieferern und Verbrennern bestehen, die einen wie die andern nach dem gegebenen Zwecke gewählt. Das Produkt wird dann jedesmal sein: eine bestimmte Menge heißes Gas als wirksamer Theil, welches als verschieden gefärbte Flamme erscheint, und ein festes Ueberbleibsel, bestehend aus dem nicht thätigen Theile des Sauerstofflieferers und anderen nicht gasförmig gewordenen Theilen des Verbrennens, oder der Verbrennungsprodukte. Das feste Produkt wird theils als Rauch (Dampf) mit aufgerissen, und kann so auf die Wirkung des Lichts der Flamme wirksam werden (§. 10) theils wird es an der Verbrennungsstelle liegen bleiben (Rückstand). Die Verbrennung wird in dem Maaße mit mehr Geräusch verbunden sein, als sie mehr Gas in geringerer Zeit entwickelt, und je größere Spannung dies Gas durch die gesteigerte Temperatur erhält, indem es dann die atmosphärische Luft um so schneller verdrängt, und sie veranlaßt mit um zu größere Geschwindigkeit in ihre alte Lage zurückzustürzen, wodurch eben jenes Geräusch entsteht, das bei den höchsten Graden ein Knall, bei minderen nur ein Sausen ist. Der Knall ist um so größer, je enger die Ausströmungsöffnung für das Gas ist. — Je mehr eine Mischung vor der Entzündung erwärmt worden, desto größer ist ihre Brenngeschwindigkeit, Gasspannung u. s. w. Je mehr Wärme ihr während der Verbrennung abgeleitet wird, desto langsamer und weniger leuchtend verbrennt sie. Dies ist um so mehr der Fall, je kleiner die auf einmal brennende Menge ist, je mehr sie Oberfläche im Verhältnisse zur Masse einnimmt, je besser wärmeleitend und ausstrahlend die Umhüllung ist. Alle Sätze brennen unter Wasser (§. 10)

Digitized by Google

wenn die Verbrennung erst in vollem Gange, und die Mengung so umhüllt ist, daß das Wasser weder die brennende Fläche, noch den nicht brennenden Theil der Mischung berühren kann.

§. 172.

Der Sauerstofflieferer der Mengung muß genau so viel Sauerstoff hergeben, als der Verbrenner fordert, so daß wenn dieser erst einmal an einer Stelle mit Hülfe des Sauerstoffs der Atmosphäre ins Brennen gebracht (§. 9), die Mengung der Beihülfe der Atmosphäre zum Verbrennen nicht mehr bedarf; der Sauerstoff muß nicht blos ein Verbrennen des Verbrenners überhaupt möglich machen, sondern in solcher Menge sich entwickeln, daß dies Verbrennen vollständig diejenige Verbindungsstufe erreichen kann, welche die für den Zweck vortheilhafteste ist.

§. 173.

Ein Ueberschuß des Sauerstofflieferers würde in sofern nachtheilig werden, als dieser Ueberschuß auf Kosten der erzeugten Wärme zerlegt würde, ohne daß sein Zerlegen dem Verbrennungsprozesse Nutzen brächte; er würde noch schädlicher werden, wenn der Verbrenner nicht die höchste Verbindungsstufe erreichen soll, wo er sie nun wenigstens theilweise durch den Ueberschuß an Sauerstoff erlangen könnte. Ein Ueberschuß an Verbrennern dagegen, veranlaßt entweder eine niedere Verbindungsstufe, als man beabsichtigt, oder es ist für diesen Nebentheil gar kein Sauerstoff mehr vorhanden, er macht daher die dauernde Beihülfe der Atmosphäre nothwendig, auf die nicht immer zu rechnen ist; er bleibt, wenn er schwer an der Atmosphäre verbrennt, oder diese nicht hinreichend freien Zutritt hat, unverbrennt zurück, und verlangsamt jedenfalls die Verbrennung der Mischung. Bedeutende Ueberschüsse an Sauerstofflieferern oder Verbrennern können die Verbrennung ganz verhindern. — Jeder, selbst der kleinste Ueberschuß vermehrt den Rückstand.

§. 174.

Es ist danach zu streben, daß der Sauerstofflieferer gezwungen werde, alle seine Bestandtheile, welche Gasform annehmen können, bei der Verbrennung frei zu lassen, so daß sie der Wirkung zu Gute kommen und nicht im Rückstande bleiben, daß daher blos das Metall der Basis des Sauerstofflieferers zurückbleibe; diese völlige Zerlegung ist auch dann noch vortheilhaft, wenn eigens deswegen ein Stoff zugesetzt werden mußte, der mit jenem Metalle sich verbindet und

Digitized by Google

es so zur Freigebung des von ihm gebunden negativen Stoffs zwingt.

§. 175.

In allen Mengungen müssen die Bestandtheile bis auf die kleinstmöglichen Partikeln getheilt, und alle diese Partikeln, so innig als es irgend zu erreichen ist, gleichmäßig untereinander gemengt sein (§. 8). Ist dies nicht der Fall, so werden die Sauerstofflieferer nicht vollständig zerlegt, es entgeht der Verbrennung Sauerstoff, es entstehen daher theilweise niedere Verbindungsstufen, und dies wird noch dadurch vermehrt, daß die in zu großen Massen zusammenliegenden Verbrenner nicht genug Sauerstoff haben, während dieser an andern Stellen im Ueberflusse ist. Nicht innige Mengungen haben daher die Fehler der nicht richtig konstruirten, wo die Menge der Sauerstofflieferer nicht der der Verbrenner entspricht. Der Rückstand wird vermehrt, und die Wirkung vermindert.

§. 176.

Was in den §. 172 von der Proportionirung und Bereitung der Mengungen gesagt ist, wobei Sauerstoff allein den negativen Stoff bildet, gilt auch vollständig von denen, wo Sauerstoff und Chlor zusammen wirken.

§. 177.

Die Mengung darf möglichst kein Wasser enthalten (§. 12), man muß daher hygroskopische Substanzen, so viel es angeht, vermeiden, ihre hygroskopische Wirkung, wo sie nicht zu entbehren sind, beschränken, und eingedrungenes Wasser vor der Anwendung sorglich entfernen.

Grundmengungen.

Sauerstofflieferer.

§. 178.

Aus dem §. 20 Gesagten geht hervor, daß salpetersaures Kali der am leichtesten zu beschaffende, und in fast allen Beziehungen vortheilhafteste Sauerstofflieferer ist. Die anderen salpetersauren Salze werden ganz oder theilweise an seine Stelle treten, wenn die Flamme eine andere als weiße Farbe haben soll. Chlorsaures Kali wird ganz oder theilweise seine Stelle einnehmen, wo eine geringere Wärme als die, welche eine glühende Substanz giebt, die Entzündung bewirken soll (z. B. die Wärme, welche ein mäßig starker

Digitized by Google

ker Schlag oder geringe Reibung hervorbringt). Da wo mit noch geringerer Wärmeentwickelung gezündet werden soll, muß auf Sauerstoff- und Chlorentwicklung zugleich gerechnet, und deshalb allein chlorsaures Kali gewählt werden.

Verbrenner.

Schwefel.

§. 179.

Die Formel für den Sauerstofflieferer sei nach §. 9.

$$\dot{X}\ \ddot{\ddot{Y}}$$

also gleichviel ob ein salpetersaures oder chlorsaures Salz. Setzen wir zu 1 M.-G. dieser Formel 1 M.-G. Schwefel (S), so wird dieses, da sich die Säure des Sauerstofflieferers $\ddot{\ddot{Y}}$ von den 1 M.-G. Basis $\dot{X}$ los macht, diese also frei wird, nach §. 83 1 M.-G. Schwefelsäure ($\ddot{S}$) bilden, es werden also 3 Misch.-Gew. Sauetstoff der Säure aufgenommen werden. Es bleiben also noch 2 disponibel. Diese reichen grade aus, um noch ein Mischungsgewicht Schwefel zu 1 Misch.-Gew. schwefliger Säure ($\ddot{S}$) §. 83 umzuwandeln. Schwefelsäure kann sich nicht mehr bilden, da das eine M.-G. vorhandene Basis vollständig durch das aus dem ersten M.-G. Schwefel und 3 M.-G. Sauerstoff gebildete M.-G. Schwefelsäure gesättigt ist. — Es ist durchaus kein anderes Mengungsverhältniß zwischen Sauerstofflieferer und Schwefel denkbar, und jedes andere wird Sauerstoffüberschuß haben, oder es wird Schwefel überschüssig bleiben, der an der atmosphärischen Luft verbrennen müßte

§. 180.

Die allgemeine Formel für alle Mengungen zwischen Sauerstofflieferer und Schwefel ist daher

$$\dot{X}\ \ddot{\ddot{Y}} + 2\ S.$$

Es bilden sich bei der Verbrennung

$$\dot{X}\ \ddot{S} + \ddot{S} + \ddot{Y}.$$

Das $\dot{X}\ \ddot{S}$ als fester Rückstand; $\ddot{S} + \ddot{Y}$ als heißes Gas.

Digitized by Google

Kohle.

§. 181.

Die Formel des Sauerstofflieferers sei wieder

$$\dot{X}\ \ddot{N}\ ^{*})$$

also ein salpetersaures Salz Es sind 5 Mischungsgewichte Sauerstoff in der freiwerdenden Säure, zwei davon mit einem M.-G. Kohlenstoff, müssen jedenfalls 1 M.-G. Kohlensäure bilden (§. 100), da 1 M.-G. Basis vorhanden ist. Es bleiben daher noch 3 M.-G. Sauerstoff disponibel. Soll die Kohle zu Oxydgas verbrennen, so reicht dies für 3 M.-G. Kohle, und soll sie zu Säure verbrennen zu $1\frac{1}{2}$ M.-G. Kohle aus. Es giebt daher zwei mögliche Kombinationen

$$\dot{X}\ \ddot{\dot{Y}} + 4\ C \text{ und}$$

$$\dot{X}\ \ddot{\dot{Y}} + 2\frac{1}{2}\ C.$$

Die erstere würde bei der Verbrennung geben

$$\dot{X}\ \ddot{C} + 3\ \dot{C} + \dot{Y} \text{ die zweite}$$

$$\dot{X}\ \ddot{C} + 1\frac{1}{2}\ \ddot{C} + \dot{Y}$$

in beiden $\dot{X}\ \ddot{C}$ als fester Rückstand; im ersteren $3\ \dot{C} + \dot{Y}$ im letzteren $1\frac{1}{2}\ \ddot{C} + \dot{Y}$ als Gas.

§. 182.

Ist der Sauerstofflieferer ein chlorsaures Salz, so ist die Zersetzung anders, indem dann das Chlor der Säure sich mit dem Metall der Basis vereint, alle 6 Misch.-Gew. Sauerstoff frei werden, und der Rückstand, der nun indifferent ist, nichts von den neu gebildeten Gasen zurückhält. Es kann auch dann 2 Formeln geben, die eine wo jedes M.-G. Sauerstoff 1 M.-G. Kohlenstoff in Kohlenoxydgas und eine, wo zwei M.-G. Sauerstoff 1 M.-G. Kohlenstoff in kohlensaures Gas umwandeln, also

$$\dot{X}\ \ddot{\dot{Cl}}. + 6\ C \text{ und}$$

$$\dot{X}\ \ddot{\dot{Cl}}. + 3\ C.$$

---

*) Es ist zur Vereinfachung fürs Erste vorausgesetzt, die Kohle sei reiner Kohlenstoff (die Abweichung, wenn auch verschiedene Wasserstoffmengen hinzutreten, s. §. 253).

Digitized by Google

Es bilden ſich bei der Verbrennung

$$X\,Cl + 6\,\dot{C} \text{ und}$$

$$X\,Cl + 3\,\ddot{C}$$

wo jedenfalls X Cl (ein Chlormetall) der feſte Rückſtand und im erſten Fall 6 M.-G. Kohlenoxyd, im 2ten 3 M.-G. Kohlenſäure das Gasprodukt ſind.

Kohle und Schwefel.

§. 183.

Wirken Kohle und Schwefel gleichzeitig auf den unzerlegt bleibenden Theil $\dot{X}$ eines ſalpeterſauern Salzes, ſo wird dieſer ebenfalls zerlegt (§. 16.). Das Metall X verbindet ſich mit dem Schwefel, der Sauerſtoff mit Kohle. Es ſind nun dadurch 6 M.-G. Sauerſtoff ſtatt der 5 disponibel (§. 184.) und die Verbindung von Schwefel und Metall (X S) iſt keine Baſis mehr, behält alſo keine Kohlenſäure zurück. Auf 1 M.-G. X gehört zur Bildung des Schwefelmetalls ein M.-G. Schwefel. Giebt man alſo auf $\dot{X}\,\ddot{\mathbb{N}}$ 1 M.-G. Schwefel (S), ſo ſind 6 M.-G. Sauerſtoff für Kohle da, die nun beliebig vollſtändig in Kohlenoxyd oder Kohlenſäure umgewandelt werden kann. Es entſtehn daher folgende zwei ungleiche Kombinationen:

$$\dot{X}\,\ddot{\mathbb{N}} + S + 6\,C \text{ oder}$$

$$\dot{X}\,\ddot{\mathbb{N}} + S + 3\,C$$

und die Produkte der Verbrennung ſind nun

$$X\,S + 6\,\dot{C} + \mathbb{N} \text{ oder}$$

$$X\,S + 3\,\ddot{C} + \mathbb{N}$$

X S in beiden als feſter Rückſtand, im erſteren $6\,\dot{C} + \mathbb{N}$ im letztern $3\,\ddot{C} + \mathbb{N}$ als Gas.

§. 184.

Da dieſe Verbindung für die Gasentwicklung viel vortheilhafter iſt als die mit Kohle allein, indem ſie den Sauerſtoff des Lieferers mehr zu Gute macht, mehr Gas und weniger Rückſtand giebt, dabei raſcher verbrennt, indem hier zwei Verwandtſchaften (ſtatt die der Kohle allein) zerlegend auf den Salpeter wirkten, und da auch in dieſen der nicht hygroskopiſche Schwefel den ſchädlichen Einflüſſen der hygroskopiſchen Kohle (§. 161.) entgegenwirkt, der Mengung

Digitized by Google

dabei eine festere Bindung giebt, als sie ohne ihn hat; und die obigen Verbindungen ohne Schwefel (§. 181.), dagegen keinen andern Vortheil vor den letzteren voraushaben, so werden die Mengungen von Sauerstofflieferern und Kohle allein (§. 181.) im Folgenden nicht weiter berücksichtigt werden.

§. 185.

Nach §. 182. spielt bei chlorsauren Salzen das Chlor die Rolle des Schwefels, indem es sich mit dem Metall der Basis verbindet. Doch ist es auch hier vortheilhafter, ein Schwefelmetall als ein Chlormetall im Rückstand zu behalten, weil Chlorkalium, um welches es sich hier nur handelt, vom Eisen der Waffe zerlegt wird, wodurch dies in Chloreisen umgewandelt wird. Setzt man also Schwefel zu, um das Chlor gasförmig auszutreiben, so erhält man statt der Formeln in §. 182. die folgenden:

$$\dot{X}\,\ddot{\ddot{C}}l + S + 6\,C \text{ oder}$$

$$\dot{X}\,\ddot{\ddot{C}}l + S + 3\,C$$

Die Produkte der Verbrennung sind dann wie in §. 182

$$XS + 6\,\dot{C} + \ddot{\ddot{C}}l \text{ und}$$

$$XS + 3\,\bar{C} + \ddot{\ddot{C}}l.$$

Unzersetzte Vegetabilien.

§. 186.

Die unzerlegten Vegetabilien (Harze und ätherische Oele) entwickeln beim Verbrennen nicht Wärme genug, um die salpetersauren Salze bis zum Zersetzen zu bringen. Das salpetersaure Kali wird von eingemengten ätherischen Oelen geschmolzen, aber noch nicht zerlegt, von Harzen nicht einmal geschmolzen. Chlorsaures Kali wird von den ätherischen Oelen, wenn sie eine Zeit lang gebrannt, zersetzt, von Harzen nicht. Es könnte also nur aus chlorsaurem Kali und ätherischem Oel eine Mengung mit Ausschluß anderer Verbrenner geben. Für die Anwendung bei salpetersauren Salzen kann daher die vegetabilische Substanz nur zu einer der obigen Mengungen (§. 179 bis 181.), wo Schwefel oder Kohle das Salz zersetzen, hinzutreten.

§. 187.

Die unzerlegten Vegetabilien wirken auf zweierlei Weise, einmal durch ihre Kohlenwasserstoffflamme, dann ferner durch den überschüssigen Kohlenstoff. Die erstere greift nicht in

Digitized by Google

den Verbrennungsprozeß der Mengung ein, wohl aber der letztere, indem der Sauerstofflieferer der Mengung sich zwischen dem Verbrenner und jener überschüssigen Kohle theilen muß. Es wird also, da die Menge des Verbrenners konstant ist, ein Maximum für die überschüssige Kohle geben; wird dieses überschritten, so bleibt ein Kohlenrest im Rückstande. Die Menge überschüssige Kohle, welche ein Vegetabil läßt, bestimmt daher die Menge, welche man davon zu einer Mengung zusetzen darf, ohne einen unverbrannten Rest zu erhalten, der die Verbrennung stört und unruhig macht. Man wird daher bei gleicher Mengung mehr ätherisches Oel, als fettes, und mehr fettes Oel als Harz zusetzen dürfen, da diese Stoffe in dieser Reihenfolge mehr Kohlenwasserstoff und weniger überschüssige Kohle geben (§. 117.). Die Methode, wie die zersetzbare Menge je nach der Art des Vegetabils zu bestimmen siehe §. 190. In den folgenden Formeln bedeutet C H? Kohlenwasserstoff, dessen Zusammensetzung aus den beiden Kohlenwasserstoffarten (§. 102.) ungewiß ist.

§. 188.

Wenn zu den Verbindungen $\dot{X}\,\ddot{\dot{N}} + 2\,S$ (§. 180.) überschüssiger Kohlenstoff tritt, so wird er wie in §. 183. angegeben, nicht zulassen, daß $\dot{X}$ unzerlegt bleibt; wird aber $\dot{X}$ zerlegt, so bildet sich auch nicht $\dot{X}\,\ddot{S}$, ja $\ddot{S}$ entsteht gar nicht (§. 179.), sondern es bildet sich nur das eine S, wie in §. 179. in $\ddot{S}$ um, das andere S giebt mit X, XS. Es werden also die 4 M.-G. Sauerstoffe des $\dot{X}\,\ddot{S}$ frei für die Kohle, so daß nun, wenn Kohlenoxyd Gas entstehen soll, 4 C, und wenn nur kohlensaures Gas beabsichtigt wird, 3 C. zugesetzt werden können. Man wird also höchstens so viele unzersetzte vegetabilische Substanz zu $\dot{X}\,\ddot{\dot{N}} + 2\,S$ zusetzen dürfen, daß die überschüssige Kohle 4 C. beträgt, sonst bleibt ein Theil derselben unverbrannt. Ist also eine Menge eines Vegetabils, die Z heißen mag, nöthig, um C (76,4) überschüssige Kohle zu geben, so wird man mengen dürfen

$$\dot{X}\,\ddot{\dot{N}} + 2\,S + 4\,Z.$$

Es werden dann entstehn:

$$XS + \ddot{S} + \dot{\dot{N}} + 4\,\dot{C} + 4\,(Z - C)\,CH?$$ (s. §. 187.)

Wo XS den festen Rückstand (Schwefelkalium statt schwefelsaurem Kali) und $\ddot{S}$ (schweflige Säure) 2 N (Stickstoff),

Digitized by Google

4 C (Kohlenoxydgas) und der Kohlenwasserstoff den 4 Z geben, als Gas entstehn.

§. 189.

Tritt die vegetabilische Substanz zu

$$\dot{X}\,\ddot{\bar{N}} + S + 3\,C$$

so kann diese Mengung nur noch Sauerstoff disponibel machen, wenn statt 3 Ċ (Kohlensäure) nur 3 Ċ (Kohlenoxyd) entstehen, wodurch 3 M.=G. Sauerstoff frei werden, und 3 M.=G. überschüssige Kohle verbrannt werden kann. Man darf daher höchstens 3 Z (§. 188.) zusetzen. Es entsteht dann

$$\dot{X}\,\ddot{\bar{N}} + S + 3\,C + 3\,Z$$

und bei der Verbrennung

$$XS + \bar{N} + 6\,\dot{C} + 4\,(Z - C)\;CH?\;(\S.\,187.)$$

In der Mengung

$$\dot{X}\,\ddot{\bar{N}} + S + 6\,C\;(\S.\,182.)$$

kann auf keine Weise Sauerstoff disponibel gemacht werden, zu dieser Mischung kann daher kein unzerlegtes Vegetabil gesetzt werden.

§. 190.

Es bedarf einer komplicirten chemischen Operation, um zu ermitteln, wie viel Kohlenwasserstoff und überschüssige Kohle ein Vegetabil giebt, wie groß also Z (§. 188.) ist. Es wird daher einfacher, dies auf dem Wege zu ermitteln, daß man zu $\dot{K}\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S$ so lange steigend von dem fraglichen Vegetabil zugiebt, bis nach dem Verbrennen ein kohliger Rückstand sich zeigt. Die Quantität Vegetabils, welche die nächstmindere war, ist dann = 4 Z. Man bezeichnet den Punkt, wo das verbrennbare Maximum des Vegetabils für eine bestimmte Satzmischung erreicht ist, am besten mit dem Ausdruck Sättigungspunkt. Man kann aus dem des Salpeterschwefels den des Schießpulvers berechnen, und aus diesen mittelst Proportionalrechnung den für jede Zwischenmengung aus Beiden.

§. 191.

Zu dem chlorsauren Kali kann die vegetabilische unzerlegte Substanz allein gesetzt werden (§. 164.). Auch hier wird sich die Menge Z nach C bestimmen lassen, es können nämlich auf $\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l$, 3 Z gesetzt werden, wo

$$K\,\bar{C}l + 3\,\dot{C} + 3\,(Z - C)$$

Digitized by Google

Kohlenwasserstoff entsteht, und K $\ddot{\text{Cl}}$ der feste Rückstand, die Kohlensäure und das Kohlenwasserstoff die Gase sind.

Schwefelantimon.

§. 192.

In der Mengung mit Schwefelantimon $\overset{\text{III}}{\text{Sb}}$ wird das Chlor und der Sauerstoff als negativer Stoff thätig. Chlor verbindet sich mit Antimon und Sauerstoff mit Schwefel, und zwar ersterer nach §. 179., so daß auf 2 M.-G. Antimon 3 M.-G. Chlor kommen. Es bedarf also auf 1 M.-G. Schwefelantimon 1½ M.-G. chlorsaures Kali, also

$$\overset{\text{III}}{\text{Sb}} + \frac{3\ \dot{\text{K}}\ \ddot{\ddot{\text{Cl}}}}{2}$$

Das $\dot{\text{K}}$ bleibt bei der Verbrennung unzerlegt und es werden 3 Cl und 7½ Sauerstoff frei, diese geben mit $\overset{\text{III}}{\text{Sb}}$ (2 M.-G. Sb + 3 M.-G. Schwefel)

$$\frac{3\ \dot{\text{K}}\ \ddot{\text{S}}}{2} + \text{Sb}^2\ \text{Cl}^3 + \frac{3\ \ddot{\text{S}}}{2}$$

wovon $\frac{3\ \dot{\text{K}}\ \ddot{\text{S}}}{2}$ (1½ M.-G. schwefelsaures Kali und Sb^2 Cl^3 (ein M.-G. Chlorantimon) Rückstand, und 1½ $\ddot{\text{S}}$ (1½ M.-G. schweflige Säure) das Gasprodukt giebt.

Eigenschaften jener Grundmengungen.

Die Mengungen mit Schwefel.

§. 193.

Die Mengungen $\dot{\text{X}}\ \ddot{\ddot{\text{Y}}}$ + 2 S lassen sich stark verdichten und saugen keine Feuchtigkeit an.

Digitized by Google

§. 194.

Wenn der Sauerstofflieferer ein salpetersaures Salz ist (also $\dot{X}\ddot{\dot{N}} + 2\,S$), so sind die Zusammensetzungen folgende:

	in Prozenten.	
$\dot{K}\ddot{\dot{N}}$ (1266,93) + 2 S (402,33)	75,90 salpeters. Kali	24,18 Schwefel,
$\dot{Na}\ddot{\dot{N}}$ (1067,93) + 2 S (402,33)	73,3 salp. Natrum	26,7 "
$\dot{Ba}\ddot{\dot{N}}$ (1633,92) + 2 S (402,33)	80,45 salp. Baryt	19,65 "
$\dot{Sr}\ddot{\dot{N}}$ (1324,32) + 2 S (402,33)	76,7 salp. Strontian	23,3 "

Diese Mischungen sind sehr schwer entzündlich, weil brennender Schwefel schon das salpetersaure Kali und Natrum schwer zerlegt, den salpetersauren Baryt und Strontian nur, wenn man die ganze Mengung äußerlich erhitzt. Am schwersten entzündlich ist $\dot{Sr}\ddot{\dot{N}}$, demnächst $\dot{Ba}\ddot{\dot{N}}$; viel leichter $\dot{K}\ddot{\dot{N}}$ und $\dot{Na}\ddot{\dot{N}}$. Werden die Gemenge sehr schnell oder an einer Stelle stark erhitzt, so brennen sie ruhig ab, wenn sie bis zum Schmelzpunkte des Sauerstofflieferers gebracht sind; z. B. wenn man sie auf glühendes Metall wirft; erhitzt man sie langsam, so schmilzt der Schwefel, entzündet sich dann und brennt für sich heraus, das salpetersaure Salz bleibt ungeschmolzen zurück. Alkohol zündet keine der Verbindung, eben so nicht ätherisches Oel, weil dies über dem Gemenge verbrennt; wohl aber damit gemengtes Harz. Der

Digitized by Google

elektrische Funke zündet nicht. Die Mengungen brennen an einer Stelle entzündet, schichtenweise weiter, zwar sehr langsam, aber doch desto rascher je größer die zugleich brennende Masse wird, jedenfalls ohne heftige Gasentwicklung (weil die entwickelte Gasmenge sehr gering ist), also auch mit sehr geringem Geräusch, sehr hoher Temperaturerzeugung und sehr intensivem Lichte, was je nach dem salpetersauren Salze verschieden ist: die Flamme ist bei

$\dot{K}\ddot{N} + 2\,S$ sehr weiß, bei großer Menge kurz violet,
$\dot{Na}\ddot{N} + 2\,S$ sehr gelb,
$\dot{Ba}\ddot{N} + 2\,S$ grün,
$\dot{Sr}\ddot{N} + 2\,S$ purpurroth.

§. 195.

Bei der Verbrennung giebt

					in Prozent.
$\dot{K}\ddot{N} + 2S$	Rückst. $\dot{K}\ddot{S}$ (109,07)	Gas N (177,02)	$+\ddot{S}$ (401,16)	Rückst. (65,36)	Gas (34,64)
$\dot{Na}\ddot{N} + 2S$	$\dot{Na}\ddot{S}$ (892,05)	N (177,02)	$+\ddot{S}$ (401,16)	(60,68)	(39,32)
$\dot{Ba}\ddot{N} + 2S$	$\dot{Ba}\ddot{S}$ (1458,04)	N (177,02)	$+\ddot{S}$ (401,16)	(71,11)	(28,89)
$\dot{Sr}\ddot{N} + 2S$	$\dot{Sr}\ddot{S}$ (1148,49)	N (177,02)	$+\ddot{S}$ (401,16)	(66,51)	(33,49)

Digitized by Google

Obwohl die Flamme einen sehr großen Theil des Rückstandes als einen dicken weißen Rauch mitreißt, der, so lange er in der Flamme glüht, sie stark leuchtend und gefärbt macht, so lassen sie doch alle noch einen starken weißen Rückstand, der, wie die obige Formel zeigt, immer besteht aus Schwefelsäure, verbunden mit der Basis des salpetersauren Salzes. Er bleibt fast ganz krustenartig an der Abbrennungsstelle und verändert sich nicht. Wird die Mischung aber auf einem organischen Körper abgebrannt, so wird dieser wegen der hohen Temperatur, welche das brennende Gemisch erzeugt, zerlegt, seine Kohlenwasserstoffflamme mengt sich mit ihrer Farbe in die der Mengung, und seine überschüssige Kohle bewirkt, daß der Rückstand Schwefel Metall statt schwefelsaurem Salze wird (§. 183.); so daß sich die Menge des Rückstandes vermindert und er dabei an der Luft zerfließlich nach Schwefelwasserstoff riechend wird.

§. 196.

Das erzeugte Gas ist jedenfalls ein Gemenge von schweflicher Säure und Stickstoff, wozu, wenn die Verbrennung auf organischem Körper geschieht, noch Kohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas kommt. Alle diese Gase sind nicht athembar.

§. 197.

Wenn chlorsaures Kali den Sauerstofflieferer bildet, so ist die Mengung

$$\dot{K}\,\ddot{\dot{C}}l\ (1542{,}29) + 2\,S\ (402{,}33) = 79{,}19 : 20{,}81.$$

Da brennender Schwefel chlorsaures Kali zerlegen kann, so ist die Mengung bei der sehr niedern Temperatur, bei welcher Schwefel zu brennen beginnt (120 °R. §. 85.) entzündbar. Es genügen also Wärmeerzeugungen wie sie ein mäßiger Schlag oder eine starke Reibung hervorzubringen vermögen, um so mehr, da diese Temperatur auch ausreicht, das chlorsaure Kali an sich zu zerlegen. Die Mengung brennt rascher als die obigen, aber ebenfalls nicht explodirend, sondern ruhig, nur wenn die ganze Mengung auf einmal in allen Theilen verbrennt, was auch statt hat, wenn sie vor dem Entzünden stark erwärmt worden, tritt eine schwache Explosion ein. Die entwickelte Temperatur ist viel höher als bei den obigen Mengungen, das Licht aber matt und die Flamme kurz, der Rauch feiner, der Rückstand (Prozent 51,16) verhält sich wie oben, eben so das Gas, nur daß Chlor an die Stelle des Stickstoffs tritt.

Digitized by Google

§. 198.

Die Mengungen werden im Folgenden bezeichnet werden mit:

K N̈ + 2 S — Salpeterschwefel oder S. S.

Na N̈ + 2 S — Natrumsalpeterschw. N. S. S.

Ba N̈ + 2 S — Barytsalpeterschw. B. S. S.

Sr N̈ + 2 S — Strontiansalpeterschw. St. S. S.

K Cl + 2 S — Chlorkalischwefel Ch. K. S.

Die Mengungen mit Schwefel und Kohle.

§. 199.

Die Mengungen der salpetersauren Salze mit Schwefel und Kohle weichen je nach der Zersetzbarkeit der ersteren noch mehr von einander ab, als die Mengungen mit Schwefel allein. Die Mengungen des Baryt und Strontians sind kaum und nur durch starke allgemeine Erhitzung zum Brennen zu bringen; während die des Kali- und Natrumsalzes bei Berührung mit einem glühenden Körper explodiren. Die beiden ersteren Mischungen können gar keine Anwendung finden, und daher ganz übergangen werden.

§. 200.

Bei den Mengungen der Sauerstofflieferer mit Schwefel und Kohle tritt die hygroskopische Eigenschaft der Sauerstofflieferer mehr heraus, als bei der obigen mit Schwefel allein, weil hier die hygroskopische Kohle hinzutritt. Deshalb muß hier auf Mengungen, wo das salpetersaure Natrum den Sauerstofflieferer giebt, ebenfalls verzichtet werden, obwohl sie frisch bereitet, besonders in größeren Mengen eine stärkere Wirkung geben, als die des Kalisalzes.

Digitized by Google

§. 201.

Es ist daher nur von denen des Kalisalzes zu sprechen, diese haben folgende Zusammensetzung:

				Prozente			
$\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$	(1266,93)	+ S (201,16)	+ 3 C (229,29)	74,7	Salp.	11,8	Schw. 13,5 Kohle
$\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$	(1266,93)	+ S (201,16)	+ 6 C (458,58)	65,76	„	10,45	„ 23,79 „

Die Verbindungsprodukte sind:

		Rückstand	Gas		Prozente		
KS	(692,07)	+ N	+ 3 Ċ (729,29)	40,08	Rückst.	59,92	Gas
KS	(692,07)	+ N	+ 6 Ċ (1058,58)	35,91	„	64,19	„

Der Rückstand ist bei beiden das rothe an der Luft zerfließliche Schwefelkalium.

§. 202.

Bei der großen Gasmenge, welche beide Mengungen geben, bieten sie eine sehr große Treibkraft. Die 2te Mischung wäre des größeren Gewichts und Volums an Gas wegen scheinbar noch mehr geeignet eine hohe Kraft zu gewähren, allein die Verbrennung ist in der 1sten bedeutend höher und rascher, es wird viel größere Hitze entwickelt und diese dehnt, da sie in dem kürzern Zeitraum der Verbrennung weniger durch die Umgebung abgeleitet wird, die erzeugten Gase viel stärker aus, so daß sie an Spannkraft die ursprünglich voluminöseren aber weniger sekundär durch Wärme ausgedehnten bei weitem übertreffen. Zu diesem Vortheil der 1sten Mengung vor der 2ten gesellen sich noch die, daß die bei

Digitized by Google

weitem größere Menge Kohle sehr viel stärker hygroskopisch in dieser als in jener wirkt, und daß der Rückstand, obwohl in der 2ten Mengung an sich geringer, doch durch die heftigere Explosion der ersten mehr als Dampf mit fortgerissen wird.

§. 203.

Aus diesem Grunde wird nur die 1ste Mengung angewendet. Die 2te kann nur in einzelnen Fällen, wo es nur auf Entzündlichkeit (welche mit der Kohlenmenge wächst), nicht auf Verbrennlichkeit (welche von der entwickelten Temperatur abhängt, daher bei der 1sten Mischung größer ist), ankommt, gebraucht werden. Die 1ste Mengung ist das bekannte Schießpulver, und wird im Folgenden mit S.P. bezeichnet.

§. 204.

Schießpulver entzündet sich, wenn es mit einem kaum sichtbar glühenden Körper berührt oder schnell bis 240° erhitzt wird, in der Anfeuchtung, wie die Masse auf der Pulverfabrik ist, gehören 280° R. dazu. Lose aufgeschüttet explodirt das Pulver; verdichtet brennt es, je nach der Stärke der Verdichtung, langsam, schichtenweise. Ist die Mischung, wie dies aus §. 247. angegebenem Grunde geschieht, gekörnt, so tritt ebenfalls Explosion ein, die um so stärker ist, je mehr gleichzeitig das Ganze verbrennt, also schon mit je größer Schnelligkeit der zündende Strahl die Masse durchdringt. Ein einzelner Funke entzündet die Kohle eines Korns, von diesem läuft das Feuer durch die Zwischenräume zu den andern Körnern, wo jedes Korn für sich verbrennt, in sich schichtenweise. Werden viele Körner anfangs gleichzeitig entzündet, so ist die Ausbreitung um so viel rascher. Sind die Körner klein und schwer entzündlich, so ist ein Theil der Körner bereits verbrannt und wirken treibend, ehe sich die entfernteren entzünden. Sind die Körner sehr groß und leicht entzündet, so haben sich alle Körner entzündet ehe eins verbrennt ist. — Erhitzt man Schießpulver sehr allmählig, so wird bei etwa 180° R. der Schwefel weich, es tritt Zusammenbacken ein, der Schwefel verflüchtigt sich allmählig; bei etwa 230° R. verflüchtigt sich der Schwefel ganz und nimmt mechanisch etwas Kohle mit. Bei 280° schmilzt der Salpeter, die Körner blähen sich durch Bildung von Kohlenoxyd und kohlensaures Gas auf und es bleibt zuletzt geschmolznes reines kohlensaures Kali zurück. Erhitzt man dagegen rasch, so entzündet sich der Schwefel mit blauer Flamme und das Pulver verpuft nach einiger Zeit. — Brennender

Digitized by Google

Alkohol, ätherische Oele u. s. w. entzünden Schießpulver, eben so der elektrische Funke; auch sich löschender Kalk kann Schießpulver zünden. Es wird ferner entzündet bei Schlägen auf Eisen, Eisen gegen Messing, Messing auf Messing, Kupfer auf Kupfer, Bronze auf Eisen, Eisen auf Marmor, Quarz auf Quarz, Blei gegen Blei, Blei gegen Holz, mit Quarz gemengt durch ein darauf fallendes Quarzstück; die Entzündung geschieht desto leichter, je wärmer die schlagenden Stücke sind. Kaltes Eisen auf Holz oder Blei schlagend scheint nicht zu zünden. Das Verbrennen des Schießpulvers geschieht mit orangerothem Lichte (der Farbe des Kohlenwasserstoffs) und ein bedeutender Theil des Rückstandes wird als Rauch mit aufgerissen. Die Temperatur, welche sich erzeugt, ist zwar an sich nicht immer gleich, allein sie wird durch Ableitung vermittelst der Umgebung um so mehr verringert, je kleiner die Pulvermenge ist, je größer ihre Oberfläche bei gleicher Masse, je langsamer das Pulver verbrennt, je feuchter das Pulver war, also je mehr Wasser verdampft werden muß. Man schätzt die Temperatur im Allgemeinen auf 1500 bis 1600 °R., weil Schießpulver Schwefelkupfer schmilzt. Nimmt man das spezifisches Gew. des gekörnten Schießpulvers = 0,910 an, das Verbrennungsprodukt zu 40,08 Prozent festen Rückstand, 48,22 Proz. kohlens. Gas, und 11,10 Proz. Stickstoffgas (§. 201.), und das spez. Gew. des ersteren = dem des Schießpulvers, des 2ten = 0,00198 des Stickstoffgases = 0,00126, so nehmen die erzeugten Gase von 1 Cub. Zoll Pulver der durch den leicht mit verbrennenden Rückstand auf 0,6 Cub. Zoll verkleinert wird 277 Cub. Zoll ein (also 460 pro Cub. Zoll). Diese werden von 1550° R. (da jeder Grad R. die elastische Flüssigkeit um 0,0047 ausgehnt), auf 3809 Cub. Zoll ausdehnt. Das in 1 Cub. Zoll bei der Verbrennung eingesperrte Gas würde daher mit 3809 oder etwa 4000 Atmosphärendruck (60000 Pfd. pro Quadratzoll) sich auszudehnen streben, wenn die Temperatur wirklich 1550° wäre, das Pulver vollkommen verbrennte und keine Wärme an die Umgebung verloren ginge. Die Wirkung auf das Geschoß bei mittelgroßen Geschützen (6 Pfd.) ist aber nur 2100 bis 2300 Atmosphären. — Die Geschwindigkeit, mit der Pulver abbrennt, ihr sehr groß, aber wenn man lange Streifen entzündet, doch noch meßbar. Ein 100′ langer Streifen von etwa 1″ Durchmesser brennt 10 bis 15 Sekunden. Die geringste Verdichtung oder Einmengung verlängert die Brennzeit erheblich. Gekörntes Schießpulver giebt, wenn es sehr gut ist, selbst in kleinen Mengen frei entzündet, einen leichten dumpfen Knall, verdichtetes Sausen.

Digitized by Google

Bayerische Staats-Bibliothek München

§. 205.

Die Verbindungen des chlorsauren Kalis mit Schwefel und Kohle sind zusammengesetzt:

				in Prozent	
K Ċl (1532,29) + S (201,16) + 3 C (229,29)	78,07	chlorf. K.	10,25	Schwef.	11,68 Kohle
K Ċl (1532,29) + S (201,16) + 6 C (458,58)	72,14	"	9,13	"	19,73 "

Bei der Verbrennung bildet sich:

Rückstand.		Gas		in Prozent	
K S (692,07) + Cl (442,62) + 3 Ċ (729,29)	35,26	Rückst.	64,74	Gas	
K S (692,07) + Cl (442,62) + 6 Ċ (1058,58)	30,77	"	69,23	"	

der Rückstand ist auch hier das rothe Schwefelkalium (§. 202.)

§. 206.

Die Entzündlichkeit ist größer als beim S. P., weil hier schon eine Temperatur, welche den Schwefel zündet, ausreicht, während es dort der höheren Temperatur bei der sich Kohle entzündet, bedarf. Doch ist sie geringer als bei Ch. K. S. (§. 197.), weil dort eine größere Menge Schwefel vorhanden. Ein starker Schlag und sehr starke Friktion reicht zur Entzündung aus. Die Explosion ist hier viel heftiger und mit größerem, schärferem Knall verbunden, als beim S. P., obwohl die Gasmenge geringer ist, weil

Digitized by Google

das chlorsaure Kali viel leichter zersetzbar ist als Salpeter (§. 6.). Besonders beim Entzünden durch Schlag ist der Knall stark. Die der 1sten Mischung ist auch hier heftiger als die der 2ten, weshalb diese Anwendung findet, wo die längere Flamme der Kohle nothwendig wird, man aber die explosive Wirkung möglichst mäßigen will.

§. 207.

Die erste Mengung wird im Folgenden mit Chlorkali Schießpulver (Ch. K. S. P.), die 2te mit trägem Chlorkali Schießpulver (tr. Ch. K. S. P.) bezeichnet werden.

§. 208.

Alle obigen Mengungen lassen sich schwerer verdichten, als die, welche nur Schwefel enthalten, und saugen leichter Feuchtigkeit an, besonders ist dies bei denen, die 6 C haben, der Fall.

Die Mengungen mit zerlegten Vegetabilien.

§. 209.

Die Zugabe von Harzen und ätherischen Oelen wirkt theils verlangsamend, theils beschleunigend auf die Verbrennung. Die Zeit, welche zur Zerlegung der vegetabilischen Masse gehört, ist größer als die, welche selbst die langsamer brennenden Mengungen erfordern. Da die Zersetzung des Vegetabils durch das Mitverbrennen der Mengung nicht bedeutend verändert wird, so müßte die Zugabe des Vegetabils die Brennzeit immer verlängern. Wenn aber bisher in der Mengung Schwefel allein der Verbrenner war, und nun durch das Vegetabil überschüssige Kohle an dessen Stelle tritt, so wird dadurch die Verbrennung der Mengung beschleunigt. Beim Salpeterschwefel bringt daher die Zugabe des Vegetabils Beschleunigung und Verlangsamung zugleich hervor, und die Erfahrung zeigt, daß die letztere nur um weniges im Ueberschusse ist, so daß der S. S. mit Vegetabil etwas langsamer brennt als für sich. Bei den S. P. Mengungen wirkt das Vegetabil nur verlangsamend, indem der Grund der Beschleunigung, daß die überschüssige Kohle des Vegetabils an die Stelle des langsam brennenden Schwefels tritt, hier wegfällt, da beim S. P. schon an und für sich Kohle der Verbrenner ist, und die überschüssige Kohle des Vegetabils nur dahin wirkt, daß sich, statt daß die Kohle des S. P. die vorher zu kohlensauren Gas verbrannte nunmehr zu Kohlenoxydgas verbrennt, was mit geringerer Geschwindigkeit geschieht. Hier wirkt also die Zersetzung des Vegetabils

Digitized by Google

und der überschüssige Kohlenstoff desselben zusammen verlangsamend. S. P. mit Vegetabil brennt daher sehr langsam, so daß es der Brennzeit des S. S. mit Vegetabil ganz gleich kommt. Deshalb müssen auch alle Zwischenverbindungen von S. S. und S. P., wenn sie auch von verschiednen Mengen Vegetabil gesättigt werden, doch in dieser Mengung ziemlich gleich langsam brennen. Wenn das Vegetabil nicht in den S. S. eingemengt ist, sondern ihn blos berührt und so von ihm in die Verbrennung hineingerissen wird, so beschleunigt es die Verbrennung an den Berührungspunkten, indem die Zersetzung hier außerhalb des S. S. vor sich geht, ihre Langsamkeit daher durch die Beschleunigung, welche durch den überschüssigen Kohlenstoff in die Verbrennung kommt, nicht wieder aufgehoben wird.

§. 210.

Werden schwerer zersetzbare Vegetabilien, wie Wolle ꝛc., in S. P. fein vertheilt eingemengt, so greifen sie nicht in seine Verbrennung ein, sondern werden noch im Beginn der Zersetzung, als flammende Funken fortgeschleudert.

§. 211.

Da wie früher angegeben die Menge, welche S. S. von einem Vegetabil aufnehmen kann, ohne ein Kohlenskelett zu lassen, um $\frac{1}{4}$ mehr größer ist als die, welche zu S. P. gesetzt werden darf, so wird die Mengung von S. S. mit Vegetabil um $\frac{1}{4}$ mehr Kohlenwasserstoffflamme geben, als die von S. P. mit dem Vegetabil, und wo es auf die Wirkung der Kohlenwasserstoffflamme ankommt, wird man daher S. S. mit Vegetabil gesättigt (und zwar am besten mit ätherischem Oel), allen andern Mengungen vorzuziehen haben, zumal da es schwer ist, die staubförmige Mengung vollkommen innig mit dem Vegetabil zu mischen, und S. P., wenn dies nicht statt findet, sehr unruhig und ungleichmäßig brennt, und daher unsichrer wirkt, als der jedenfalls sehr ruhig brennende S. S.

§. 212.

Wenn zu S. P. nur die geringste Menge Vegetabil gesetzt wird, so muß etwas Kohlenoxydgas statt kohlensaurem Gas entstehen. Bei S. S. wird aber bei kleinen Mengen Vegetabil erst kohlensaures Gas entstehen und das wird statt haben, bis die Hälfte des zusetzbaren Maximums erreicht ist. Ueber diese Hälfte hinaus entsteht dann ein Theil Kohlenoxydgas statt kohlensaurem. Allerdings wird bei Bildung des ersteren Gases weniger Wärme und Gasspannung ent-

Digitized by Google

stehen, allein da, wo es sich um die Wirkung der Kohlenwasserstoffflamme handelt, ist die Größe derselben entscheidender als die Temperatur, und die große Gasspannung, ist nicht einmal vortheilhaft, weil sie die Kohlenwasserflamme zu schnell forttreibt; es ist daher, wo es auf diese Flamme ankommt, besser, das Maximum des Vegetabils, als die Hälfte dieses Maximums anzuwenden.

§. 213.

Da bei denjenigen Mengungen, welche ein schwefelsaures Salz als Rückstand lassen, der Zusatz des Vegetabils die Wirkung hat, das Salz in ein Schwefelmetall umzuwandeln und seine 4 Mischungsgewichte Sauerstoff frei zu machen (X S statt $\dot{X}\ddot{S}$), so haben solche Mengungen mit Vegetabil immer weniger und einen zerfließlichern Rückstand als die Mengungen ohne dasselbe. Mengungen wie S. P. die an und für sich ein Schwefelmetall als Rückstand geben, werden in dieser Beziehung durch den Zusatz des Vegetabils nicht geändert.

§. 214.

Mit chlorsaurem Kali geben die Vegetabilien Mengungen, welche durch Hitze und durch Schwefelsäure (welche das chlorsaure Kali und das Vegetabil mit sehr geringer Temperaturerhöhung zerlegen), entzündlich sind; sie verbrennen mit rosenrother Farbe.

Digitized by Google

Die Mengungen mit Schwefelantimon.

§. 215.

Die Mengung von chlorsaurem Kali und Schwefelantimon besteht aus:

in Prozenten

$$\overset{\cdots}{Sb}\,(2217{,}3) + \frac{3\,\dot{K}\,\overset{\cdots}{\bar{Cl}}}{2}\,(2298{,}4) \quad 49{,}4 : 50{,}6$$

sie zerlegt sich beim Verbrennen in:

in Prozenten

$$\text{Rückst. } 3\,\dot{K}\,\dddot{S}\,(1636{,}59)\ \text{Gas}\ Sb^2Cl^3\,(2276{,}86) + \frac{3\,\ddot{S}}{2}\,(617{,}4)\ \text{Rückst. } 36{,}02\ \text{Gas}\ 63{,}9\,S$$

Die Mengung ist sehr leicht entzündlich, sowohl durch Wärme als durch die Einwirkung von Schwefelsäure, welche das chlorsaure Kali mit sehr geringer Temperaturerhöhung zerlegt. Die Verbrennung geschieht jedenfalls mit Explosion und fast der ganze Rückstand wird als weißer sehr dichter Rauch aufgerissen. Die Mengung läßt sich sehr gut verdichten, und ist nicht hygroskopisch. — Sie kann ohne Nachtheil durch ein Vegetabil bindend gemacht werden.

Digitized by Google

Anwendung der Grundmengungen.

Zwecke, welche zu erfüllen sind.

§. 216.

In der Feuerwassertechnik sind folgende Aufgaben für die brennbaren Mischungen gestellt:

A) Erzeugung von Treibkraft.
   a) in unmeßbar kurzer Zeit wirkend,
   b) längere Zeit anhaltend,
      α) ohne Rücksicht auf die Farbe der Flamme,
      β) mit Rücksicht auf dieselbe.

B) Längere Zeit anhaltendes Brennen ohne die Bedingung von Treibkraft.

C) Erzeugung von Licht;
   a) hellstes weißes zum Beleuchten,
   b) in verschiednen Farben zu Signalen.

D) Erzeugung einer Vegetabilien zündenden Flamme.

E) Erzeugung unathembarer Luft in geschlossnen Räumen.

F) Entzündlichkeit ohne glühenden Körper;
   a) durch Schlag oder Friktion,
   b) durch chemische Wirkung.

Art der Erfüllung mit den gegebenen Mischungen.

A. Erzeugung von Treibkraft.

a) Heftigste Treibkraft.

§. 217.

Für die Erzeugung von Treibkraft ist nur die Verbrennung von Kohle in Sauerstoff brauchbar. Man ist also auf S. P. und Chl. K. S. P. hingewiesen. Letzteres ist zu theuer, wegen der leichten Zersetzbarkeit des chlors. Kali zu gefährlich zu bereiten, aufzubewahren und zu transportiren, als daß man es für gewöhnlich anwenden könnte, auch tritt in großen Mengen seine größere Verbrennlichkeit nicht wesentlich bemerkbar hervor, dagegen zeigt sie sich in kleinen Mengen sehr entschieden, indem die äußern Einflüsse als Wärmeableitung der Umgebung u. s. w. bei schnellerer Verbrennung weniger einflußreich werden als bei langsamerer; es wird also, wo sehr kleine Mengen in Anwendung kommen, wo der Preis nicht so berücksichtigt zu werden braucht, Aufbewahrung und Transport mit besonderer

Digitized by Google

Sorgfalt geschehen kann, dem S. P. etwas Ch. K. S. P. beigemengt werden, sonst aber ist S. P. hier allein an seiner Stelle.

§. 218.

Es kann Umstände geben, wo die Treibkraft des S. P. namentlich die des, durch Körnen mehr zum Zusammenbrennen gebrachten zu schnell ist, und man eine allerdings noch in unmeßbarer aber doch längerer Zeit als reines S. P. verbrennende Mischung haben will. Man kann dies erreichen, wenn man entweder S. P. mit dem Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle das 6 C enthält oder indem man es mit S. S. verbindet. Die erstere Methode giebt eine mehr gasliefernde Mengung; die aus letzterer Mischung hervorgehende Masse ist aber weniger hygroskopisch und leicht in Kornform darzustellen.

b) Längere Zeit anhaltende Treibkraft.

α) Ohne Rücksicht auf die Farbe der Flamme.

§. 219.

S. P. mit großer Kraft verdichtet verbrennt für viele Anforderungen an und für sich, hinreichend langsam, namentlich, wenn man es in Gefäßen verdichtet, die es fast ganz umschließen, und nur einen kleinen Theil der Oberfläche der Entzündung frei lassen, wo dann die Verbrennung immer nur in parallelen Schichten von der Form des ersten entzündeten Theils der Oberfläche durch die Masse fortrückt. Diese Schichten werden in gleichen Brennzeiten um so dünner, je größer die Verdichtung ist.

§. 220.

Wo eine noch größere Verlangsamung statt haben soll, ist man im Stande, sie durch Mengung des S. P. mit dem langsam verbrennenden S. S. zu erhalten, wobei die Mengung wieder lose bleiben oder in verschiedenen Graden verdichtet werden kann. Man wird bei losen Mengungen durch diese Mischung dieselbe Brenngeschwindigkeit erhalten können, welche reines S. P. bei verschiedener Verdichtung hat.

§. 221.

Beim Mengen von S. P. mit S. S. nimmt nothwendig die produzirte Gasmenge und auch ihre Spannung ab, da S. S. mit geringerer Gas- und Temperaturerzeugung verbrennt, als S. P. Es wird also hier eine Grenze der Verlangsamung geben. Eine lose Mengung von 40 S. P. mit 60 S. S. hat schon keine für die Praxis brauch-

Digitized by Google

bare Treibkraft mehr, und bei Anwendung von Verdichtung werden schon geringere Beimengungen von S. S. die Treibkraft erlöschen machen. Der Rückstand und der Rauch mehren sich in gleichem Verhältnisse wie der Beisatz an S. S. zunimmt. Bei den Treibsätzen, namentlich bei den rascheren, wo eine größere Menge S. P. angewendet wird, zeigt sich die Einsaugungsfähigkeit der Kohle höchst einflußreich auf die Treibkraft, und zwar um so mehr, als die Kohle weniger gekleint und eingemengt, und der Satz weniger verdichtet ist. Sehr kleine Einsaugungsunterschiede, z. B. wie sie das Bereiten des trocknen Satzes im Sommer oder Winter bedingt, treten hier bei dieser langdauernden und immer nur sehr allmählig statt habenden Entwicklung von Wärme sichtbar hervor. Diese Langsamkeit der Entwicklung läßt auch die kleinen Unterschiede, welche selbst bei innigst bereiteten Sätzen immer statt haben, hervortreten, daher wirken die guten Treibsätze desto gleichmäßiger bei wiederholtem Versuch, je mehr S. P. sie enthalten, d. h. je rascher sie verbrennen.

β) Langsam wirkende Treibsätze mit Berücksichtigung der Farbe der Flamme.

§. 222.

S. P. giebt lose wie verdichtet eine rothorange Flamme. Zusätze von S. S. machen die Flamme weißer.

§. 223.

Soll man dieser Flamme einzelne glühende Funken geben, so fügt man der Mengung grobgepulverte Substanzen, welche beim Brennen der Menge glühen oder verbrennen, zu. Sie dürfen, wenn sie verbrennen, keinen Rauch geben; sie verlangsamen jedenfalls die Brenngeschwindigkeit. Solche Substanzen sind, Kohle harter Hölzer, gepulvertes Gußeisen, Eisenfeilspähne, Kupferfeilspähne, Glas. Grobgepulverte Kohle darf man nur da anwenden, wo die Sätze bald abzubrennen sind, denn sie saugen sehr begierig Wasser ein.

§. 224.

Will man der Flamme eine andere als die rothe und röthlich weiße Färbung geben, die man durch S. P. und seine Mengungen mit S. S. erhält, so verlangsamt man das S. P. statt durch S. S. mit Natrum S. S., wo man die gelbe; durch Strontian S. S., wo man eine purpurne, und durch Baryt S. S., wo man eine grüne Färbung erhält. Zink der Mengung von S. P. und S. S. zugesetzt, giebt eine bläuliche Färbung.

Digitized by Google

B. Längeres Brennen ohne Bedingung von Treibkraft.

§. 225.

Auch hier ist S. P. für sich verdichtet, oder mit S. S. gemengt und verdichtet, an seiner Stelle. Man kann hier, da es nicht auf Treibkraft ankommt, so weit mit dem Zusatz von S. S. steigen, daß die Mengung in der Verdichtung nur noch eben hinreichend durch die Mittel der Entzündung entzündlich bleibt, je nach dem Grade der Innigkeit der Mengung reichen dazu 6—10 Prozent S. P. aus. Je weniger innig gemengt, desto mehr S. P. muß zugesetzt werden, um gleiche Entzündlichkeit zu erhalten. Ist verdichtetes S. P. zu langsam, so kann man die Mengung $\dot{K}\ddot{N} + S + 6\,C$ anwenden, da sie bei Verdichtung schneller brennt als S. P.

§. 226.

Kömmt es sehr genau auf die Länge der Brennzeit an, so darf keine andere Substanz zur Mengung hinzukommen, als Salpeter, Schwefel und Kohle in obigen Kombinationen. Man muß sogar die Berührung organischer Substanz vermeiden in dem Maaße mehr als die Mengung mehr S. S. enthält, also vom Eingriff der überschüssigen Kohle des Vegetabils gestört werden kann. Bei diesen Mengungen tritt wie oben (§. 221.) die Art der Kohle, und die Quantität Wasser, die sie aufgesaugt hatte ehe sie in die Mischung gemengt wurde, noch mehr entschieden auf als beim reinen S. P.

§. 227.

Kömmt es dagegen blos auf möglichst langes ungestörtes Brennen an, so kann ein Zusatz von vegetabilischer Substanz namentlich wo wegen der längeren Brennzeit der S. S. vorwaltet, von Nutzen sein, besonders wenn die Mengung aus engen Röhren brennt. Theils wird die Menge des Rückstandes, der leicht die Röhren verstopft oder in glühenden, unter Umständen gefährlichen Tropfen herabfällt, kleiner, theils wird die Mengung, ohne rascher zu werden (§. 209.), doch mehr Gas entwickeln, der Rückstand wird daher auch sicherer gleich bei seinem Entstehen herausgerissen und kann sich nicht ansammeln. Dabei ist es oft erwünscht, daß die Flamme des Nachts nicht weit sichtbar sei, das Vegetabil mildert die sehr hellleuchtende Flamme des S. S. durch die Beigabe von Kohlenwasserstoffflamme. — Hier sind daher auch Hüllen von organischer Masse günstig wirkend. Je sicherer diese Hülle mit verbrennen soll, je dicker sie ist,

Digitized by Google

desto reicher muß die Mengung an S. S. sein (§. 209.), und desto weniger darf die Mengung durch beigemischtes Vegetabil gesättigt sein.

C. Erzeugung von Licht.

a) Hellstes weißes zur Beleuchtung.

§. 228.

Der S. S. giebt ein überaus helles Licht und ist daher zur Beleuchtung sehr geeignet; nur muß ihm so viel S. P. zugesetzt werden, daß er die nöthige Entzündlichkeit erhält; durch ein etwas rascheres Verbrennen wird die Flamme intensiver, obwohl das zugesetzte S. P. eine rothe Flamme giebt. Man darf daher auch mit dem Zusatz nicht zu hoch steigen. 6—10 Prozent S. P. sind auch hier je nach der Innigkeit der Mischung die Grenze. Soll die Masse fest sein, so wird sie mit einer Auflösung eines Gummi ballend gemacht und getrocknet.

b) Buntes Licht.

§. 229.

Man kann zuvörderst der blaßrothen oder weißlichen Flamme der Mischungen von S. P. und S. S. durch Zugabe eines Vegetabils die orangerothe Färbung der Kohlenwasserstoffflamme geben. Als zuzusetzendes Vegetabil ist Steinöl das angemessenste, indem es eine sehr intensive Kohlenwasserstoffflamme giebt. 1 Prozent Zusatz reicht zur Färbung aus.

§. 230.

Um Purpurroth zu erhalten, mengt man

$$\dot{S}r\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S$$

mit

$$\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,S$$

die erstere Mischung, welche jene Farbe giebt, ist für sich nicht hinreichend entzündlich; es gehört etwa $\frac{1}{3}$ der 2ten dazu, um sie brennbar zu machen. Je nachdem die Masse größer ist, bedarf es weniger Ch. K. S., wodurch die Farbe der Flamme des Str. S. P. weniger durch die matte des Ch. K. S. geschwächt wird. Ein helleres Roth erhält man durch Mengung von $\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,S$, mit kohlens. Kalk (Kreide) (100 : 40). Soll die Flamme sehr hell sein, so kann man vorher dem $\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,S$, $\frac{1}{4}$ von $\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,\frac{\dddot{Sb}}{3}$ zugeben.

§. 231.

Um gelb zu erhalten, menge man

$$\dot{N}a\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S \text{ mit}$$

$$\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,S$$

wobei das im vorigen §. Gesagte gilt. Wo bei längerer Aufbewahrung die hygroskopische Wirkung des salpetersauren Natrums nachtheilig werden kann, nehme man statt

$\dot{N}a\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S$, kohlensaures Natrum (was durch starkes Glühn vom Kristallwasser befreit ist). Man nimmt dann 100 Th. Ch. K. S. auf 40 Th. kohlens. Natrum. Das kohlensaure Salz ist aber nur da statt des salpetersauren anzuwenden, wo die Vergrößerung des Rückstandes nicht schadet, also nicht da, wo der Satz aus engen Röhren brennen soll.

§. 232.

Um rein Orange zu erhalten, menge man

1) $Sr\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S$ mit

2) $\dot{N}a\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S$ und

3) $\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,S$.

Je mehr von 1 gegen 2 nimmt, desto dunkler Orange erhält man. 1 und 2 zusammen gegen 3 etwa wie 3 : 1. Auch hier kann statt 1 und 2 kohlensaurer Kalk und kohlensaures Natrum angewendet werden (s. §. 231.)

§. 233.

Um Grün zu erhalten, menge man

$$\dot{B}a\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S \text{ mit}$$

$$\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,S$$

Es gilt das §. 230. Gesagte. Statt $\dot{B}a\,\ddot{\bar{N}} + 2\,S$ ist in dem §. 231. gegebenen Falle auch kohlensaurer Baryt anzuwenden.

§. 234.

Um Violett zu erhalten, menge man $100\,\dot{K}\,\ddot{\bar{C}}l + 2\,S$ mit 20 kohlensauren Kalk und 20 schwefelsauren Kali.

§. 235.

Für Blau giebt es keine analoge Mengung. Da $Cu\,\ddot{\bar{N}}$ (salpetersaures Kupfer), was hier den Zweck erfüllen würde, zu stark hygroskopisch ist; man wählt deshalb eine andere Verbindung von Kupfer, nämlich das Doppelsalz von schwefelsaurem Kupferoxyd und schwefelsaurem Ammoniak,

Digitized by Google

(das käufliche schwefels. Kupferammoniak) mengt dies mit schwefelsaurem Kali wie 2 : 1 und giebt 60 Theile dieser Menge zu 100 Theilen $\dot{K}\,\ddot{\dot{C}}l + 2\,S$.

D. Erzeugung einer Flamme zur Zündung von Vegetabilien.

§. 236.

Vegetabilien werden am Sichersten von der Flamme verbrennender Vegetabilien gezündet; allein die Wirkung dieser Flamme geht nur nach einer Richtung nach der sie hinströmt, was für gewöhnlich nach oben ist, da die erhitzten Gase in dieser Richtung abfließen. Im Freien macht der Luftzug die Flamme schwankend, verlöscht sie auch wohl, weshalb man nur unsichere Wirkung erhält. Vegetabilien brennen nicht, wenn man sie, um sie weit hinwerfen zu können, in eine feste Hülle einschließt, welche den Zutritt der atmosphärischen Luft verhindert.

§. 237.

Um ein unterliegendes Vegetabil zu zünden, ist S. S. mit dem Minimum von S. P. am geeignetsten, entwickelt zwar nicht so hohe Temperatur als S. P., aber seine Wirkung hält länger an, und giebt dem Vegetabil Zeit, sich zu zerlegen, es zieht auch das Vegetabil sicherer in die Verbrennung hinein als S. P. Selbst verdichtetes Schießpulver entwickelt beim Verbrennen sehr viel Gas und mit großer Heftigkeit, wodurch zu starke Luftströmung entsteht, welche das erhitzte Vegetabil wieder abkühlt, läßt man die Flamme des S. P. auf ein Vegetabil in einem starken Strahl wirken, so wird die nächstgetroffene Stelle bis zum völligen Austreiben des Wasserstoffs zerlegt, und der fast reine Kohlenstoff brennt nicht weiter.

§. 238.

Die Flamme des S. S. ist nur kurz. Sie hat daher weniger Wirkung als die brennende Masse selbst. Wenn nur die Flamme wirken soll, wie dies überall der Fall ist, wo sich die brennende Masse in eine feste Hülle eingeschlossen befindet, so muß man die Flamme des mit dem Minimum S. P. gemengten S. S. durch eine Kohlenwasserstoffflamme vergrößern. Dies geschieht durch Zusatz eines unzerlegten Vegetabils, dieses wird in der brennenden Masse zerlegt, das Kohlenwasserstoff durch die heißen Gase des S. S. rasch fortgerissen und in der Atmosphäre entzündet. — Je größer die Kohlenwasserstoffmenge, desto besser. Es verdienen daher die Vegetabilien für diesen Zweck in dem Maaße den Vor-

Digitized by Google

zug, als sie in größerer Menge zugegeben werden können, ohne daß ein Kohlenrest bleibt. Steinöl geht allen andern voran, dann folgt Terpentinöl, Theer und die Harzgemenge, die in dem Verhältnisse besser wirken, als sie mehr Terpentinöl enthalten. Dabei vertheilen sich die ätherischen Oele in die Zwischenräume der Mengung, die festen Massen vergrößern aber das Volumen bedeutend, so daß gleiche Räume mehr Satz mit ätherischem Oele als mit Harzen fassen.

E. Erzeugung unathembarer Luft.

§. 239.

S. S. entwickelt schwefelichsaures und Stickstoffgas in sehr großer Menge, beide Gase wirken erstickend. Eine kleine Quantität genügt die Luft eines verschlossenen Raumes unathembar zu machen.

F. Entzündung von obigen Mengungen ohne glühenden Körper.

§. 240.

Die Mengungen mit K N̈ sind zwar durch sehr heftige Stöße und Reibungen auch, ohne glühenden Körper entzündlich, doch liegt der Zersetzungspunkt des salpetersauren Kalis zu hoch, als daß Stöße oder Reibungen, wie man sie mit mittlerer Kraft hervorbringen kann, die erforderliche Wärme entwickelten. Hier können daher nur Mengungen von chlorsaurem Kali angewendet werden.

§. 241.

Von Schwefel, Kohle, vegetabischer Substanz und Schwefelantimon entzündet sich der erstere bei der niedrigsten Temperatur. Der Ch. K. S. wird daher diejenige Mengung sein, welche bei der geringsten Temperatur zum Brennen kömmt. Nächst diesen folgt die Mengung des Schwefelantimons mit chlorsaurem Kali wegen der doppelten Verwandtschaft dieses Verbrenners zu Sauerstoff und Chlor. Chlors. Kali und Kohle sind höchst schwer ohne Funken zu entzünden, und wenn das Ch. K. S. P. durch Schlag oder Reibung ziemlich entzündlich ist, so ist der hierin enthaltene Schwefel, der eigentlich nicht mit verbrennen, sondern das K zerlegen soll, der wirkliche Entzünder, eben wie im S. P., wenn dies langsamsteigend erwärmt wird, auch der Schwefel sich zuerst entzündet und die Verbrennung einleitet, wodurch eine unvortheilhaftere Verbrennung statt hat, als wenn durch den glühenden Körper die Kohle zuerst entzündet worden ist.

Digitized by Google

Ch. K. S. brennt, wenn er verdichtet ist, schlecht fort, und giebt auch eine kurze Flamme. Man muß daher eine Verbindung von chlors. Kali mit Schwefel und Kohle oder mit Antimon zu setzen. — Wo es auf den Rückstand und Rauch nicht ankommt und die Flamme nur kurz zu sein braucht, ist die Mengung mit Schwefelantimon vorzuziehn, weil sie dem Ch. K. S. ziemlich an Entzündlichkeit gleich kommt. Wo aber eine längere Flamme und geringer Rückstand erhalten werden soll, ist Ch. K. S. P. zuzusetzen. Wo dabei ein Zertrümmern der Umhüllung zu fürchten ist, verdient das träge Ch. K. S. P. (§. 205.) den Vorzug, und man mengt dann:

$$\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Cl}} + 2\,S \text{ mit}$$

$$\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Cl}} + S + 6\,C$$

etwa zu gleichen Theilen.

§. 242.

Wenn die Entzündung mit Schwefelsäure geschehen soll, wendet man die Mengung des chlors. Kalis mit Schwefelantimon ($\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Cl}} + \frac{2\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Sb}}}{3}$) oder mit Harz an, oder verbindet beide.

Uebersicht.

§. 243.

Nach Obigem bedarf man überhaupt folgende Mengungen:

1) $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{N}} + S + 3\,C$ (§. 202.)

2) $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{N}} + 2\,S$ (§. 194.)

3) $\dot{Na}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{N}} + 2\,S$ (§. 194.)

4) $\dot{Ba}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{N}} + 2\,S$ (§. 194.)

5) $\dot{Sr}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{N}} + 2\,S$ (§. 194.)

6) $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Cl}} + S + 3\,C$ (§. 205.)

7) $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Cl}} + S + 6\,C$ (§. 205.)

8) $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Cl}} + 2\,S$ (§. 197.)

9) $\frac{3\,\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Cl}}}{2} + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\cancel{Sb}}$ (§. 215.)

Und zwar 1) in größter Menge, 2) in geringerer, 3 bis 9 in sehr geringer und nur in einzelnen seltenen Fällen.

Digitized by Google

§. 244.

Man braucht nach dem Obigen niemals reines $\dot{K}\,\ddot{\ddot{N}} + 2\,S$, sondern mit einem gewissen Minimo von $\dot{K}\,\ddot{\ddot{N}} + S + 3\,C$. Es ist daher vortheilhaft, gleich diese Mengung statt S. S. zu bereiten. 6 Prozent S. P. sind das Minimum. Statt S. S. kömmt daher ein Gemenge von 94 S. S. + 6 S. P. oder was dasselbe ist

75 Salpeter, 24,25 Schwefel, 0,75 Kohle,

eine Mengung, welche im Folgenden Feuerwerksatz (F. S.) heißen soll, in Anwendung. Erhitzt man diesen F. S. so rasch, daß der Schwefel zu brennen beginnt, so detonirt jedes Kohlenstäubchen für sich, während das übrige Gemenge ruhig schmilzt, und der Schwefel erst zu brennen anfängt, wenn der Salpeter im vollen Schmelzen ist. Das Schießpulver behält also in diesen Gemengen mit S. S. seinen Karakter ganz eben so wie der Salpeterschwefel unverändert, wenn auch das Brennprodukt ein mittleres ist.

Bereitung der Mengungen.

§. 245.

Von den in §. 243 angeführten Mengungen bedarf die Feuerwaffentechnik von der 1ten, dem Schießpulver, die größten Quantitäten; sie ist dabei, als die treibende Kraft entwickelnde die wichtigste; ihre Zusammensetzung macht sie zu der am meisten Feuchtigkeit anziehenden, und es ist doch keine wegen der großen Quantität, der eigenthümlichen Anwendungsart, schwerer zu schützen, und bei keiner ist die Veränderung durch eingesogenes Wasser nachtheiliger. Ihre Bereitung ist von alle denen die salpetersaure Salze enthalten die gefährlichste, indem die bei Maschinen vorkommenden Reibungen hinreichen, Kohle zu zünden, und die entzündete Mischung explodirt, während die anderen langsam verbrnnen.

§. 246.

Es bestehn aus den in §. 245 angeführten Veranlassungen eigene Fabriken mit besonderen Vorrichtungen, um das Schießpulver möglichst gefahrlos in großen Mengen mit den geringsten Kosten in kürzester Zeit und am wenigsten hygroskopisch darzustellen, und zwar gehört dazu das Kleinen der Bestandtheile, das Mengen, das Verdichten, (welches beson-

Digitized by Google

ders geschieht, um es weniger hygroskopisch und nicht zu leicht verbrennlich zu machen), und das Umbilden der Masse in Kornform, welche man ihm giebt, damit die Entzündung sich schneller durch eine große Menge verbreiten könne, und damit beim Transport die Gemengtheile in ihrer innigen Mengung erhalten werden, und sich nicht nach dem spezifischen Gewichte ablagern.

§. 247.

Der Feuerwerkssatz, der in viel geringer Menge als Schießpulver und zu sehr verschiedenen Zwecken weiter verarbeitet wird, braucht nur als pulverförmiges Gemenge dargestellt zu werden, er nimmt daher nur die Vorrichtungen der Pulverfabrik, welche die zum Kleinen und Mengen bestimmten Apparate enthalten, in Anspruch, und wird in diesen bereitet und den Laboratorien zugesandt.

§. 248.

Die übrigen, nur in sehr kleinen Mengen, und seltner gebrauchten Mengungen, werden nicht in den Fabriken, sondern in den Laboratorien gefertigt, wobei man sich Apparate bedient, welche die Vortheile der größeren in den Fabriken möglichst auch im Kleinen bieten. Eben da geschieht auch das Mengen des Feuerwerkssatzes u. s. w. mit Vegetabilien.

A. Pulverfabriken.

Die Bereitung des Schießpulvers.

§. 249.

Auf die Güte des Schießpulvers hat 1) die Vorbereitung der Materialien, 2) ihr Mischungsverhältniß, 3) ihre Kleinung, 4) Mengung, 5) Verdichtung, 6) Körnung, einen kombinirten Einfluß. Wenn man 1 und 2 den chemischen Theil der Bereitung, 3, 4, 5 und 6 den mechanischen nennt, so hat der letztere einen überwiegenden Einfluß, indem Mängel oder Modificationen in diesen sich viel sichtbarer in der Wirkung, und in Bezug auf Konservirbarkeit zeigen, als Fehler in dem chemischen Theile. In diesem sind daher auch viele Modificationen zulässig, während beim mechanischen Theile das Ziel in Kleinung und Mengung ganz scharf gestellt ist, und nur in dem Verhältniß zwischen Verdichtungsgrad, Kornform und Korngröße, einiger Spielraum gelassen ist. Das wichtigste Bedingniß der Güte des

Digitized by Google

Schießpulvers ist von allen jenen 6 Elementen gleich abhängig, indem sie alle auf die Gleichheit des Produktes ein und derselben Fabrikation im Laufe der Zeit, als auch auf die Unveränderlichkeit des Pulvers bei Aufbewahrung und Transport einwirken.

§. 250.

In dem Maaße als die Umhüllung einer Pulvermasse im Verhältnisse zu ihrem kubischen Raum zunimmt, vermehrt sich der Einfluß äußerer Verhältnisse, namentlich die Wärmeableitung, und treten mithin leichter Störungen in den Verbrennungsproceß, und Modificationen seiner Produkte ein. Eben so werden die Einflüsse um so bemerkbarer, je früher das Pulver aus dem eingeschlossenen Verbrennungsraum tritt, und je leichter es sich Ausweg aus demselben bahnen kann. Je kleiner daher die auf einmal verbrennende Pulvermenge ist, je kürzer das Verbrennungsrohr, je leichter das Geschoß, je größer der Zwischenraum zwischen Geschoß und der Wand des Rohres (der Spielraum), desto sichtbarer werden die Einflüsse der chemischen und mechanischen Bereitung. Je größer die auf einmal verbrannte Pulvermenge ist, je länger das Rohr, je schwerer das Geschoß je geringer der Spielraum, desto mehr geben alle Modificationen und Mängel der Bereitung ein gleiches Produkt. Eben so verschwinden bei diesen größeren auf einmal verbrannten Mengen fast alle Einflüsse die Aufbewahrung und Transport geäußert haben können, und für die größten Ladungen giebt es kaum ganz unbrauchbares Pulver; so gab z. B. ein Pulver das 22 Prozent Lehm und Sand enthält, im Probirmörser nur $^1/_{10}$ der Wurfweite des gewöhnlichen bei 6pfündigen Kanonen aber $^4/_5$. Wenn Pulver dazu bestimmt ist, nur in großen Mengen angewendet zu werden, kann man daher die ökonomischen und anderweitigen Rücksichten mehr gelten lassen, dagegen muß, wenn das Pulver nur in kleinen Mengen anzuwenden ist, jede andere Rücksicht der weichen, die höchste Vollkommenheit der Bereitung zu erlangen. Die Wärmeentziehung durch die Umgebung wird um so schädlicher, als durch schlechtes Mengen, Feuchtigkeit, Entmischung u. s. w. das Pulver dahin gebracht wird, mehr Kohlenoxydgas statt kohlensauren zu geben, weil eben bei der Bildung des ersteren Gases verhältnißmäßig weniger Wärme frei wird. Schlechtes Pulver zeigt daher bei kleinen Ladungen seine geringe Güte doppelt stark. Die Wärmeleitung ist unter gleichen Umständen am geringsten, wenn das Pulver in

Digitized by Google

Gußeisen eingeschlossen ist, größer bei Schmiedeeisen, noch größer bei Bronze.

§. 251.

Aus den §. 250 angeführten allgemein geltenden Gründen, und auch durch mannigfache Bedingungen, welche ganz spezielle Verwendung des Pulvers stellen, giebt es keine allgemeine Methode der Bereitung, sondern es werden mehrfache im chemischen und im mechanischen Theile verschiedene Bereitungsarten anzuwenden sein, wobei die mechanische Bearbeitung sich nicht in der Methode, sondern nur in dem Grade der Vollkommenheit der Ausführung, je nach der Art des Pulvers verschieden gestalten wird.

---

a) Der chemische Theil.

§. 252.

Wenn auch als Sauerstofflieferer für das Kriegspulver nur das salpetersaure Kali anzuwenden ist, so kann für Jagdpulver, wo der Preis nicht so in Betracht kommt und für die Waffe wenig zu fürchten ist, ein Zusatz von chlorsaurem Kali, wodurch die Verbrennlichkeit erhöht, und der Rückstand besser herausgeworfen wird, von Nutzen seyn. Man darf aber damit nicht zu weit gehn, weil sonst die Gefahr der Bereitung drohend wird. Man wird dem Salpeter etwa 5—10 Prozent chlorsaures Kali zusetzen können. Schwefel und Kohle für dieses Gemenge sind nach den Formeln

$$\dot{K}\,\ddot{\dot{N}} + S + 3\,C \text{ (§. 201) und}$$

$$\dot{K}\,\ddot{\dot{C}}l + S + 3\,C \text{ (§. 205)}$$

leicht zu berechnen. Die Bearbeitung solches Gemenges bleibt dieselbe wie die des gewöhnlichen Pulvers, nur daß das chlorsaure Kali mit dem Salpeter gekleint wird, und daß man den Satz durchgängig nässer hält, als bei gewöhnlichem Pulver.

§. 253.

Von den Materialien, welche zur Verwendung kommen ist der Salpeter und der Schwefel, wenn beide nach den obigen Vorschriften gereinigt worden, ein immer Gleiches. Die Kohle dagegen kann je nach dem Verkohlungsgrade eine sehr verschiedene Mengung von Kohlenstoff und Wasserstoff sein; jedenfalls ist aber vorauszusehen, daß wenn eine Fabrikation im Großen vor Augen liegt, wenigstens die

Digitized by Google

Kohle für Pulver zu einem bestimmten Zweck ebenfalls eine konstante Mengung sei, und höchstens die Kohlen zu Pulvern zu verschiedenen Zwecken verschiedene Mengungsverhältnisse haben.

§. 254.

Die theoretische Grundform für das Schießpulver

$$\dot{K}\,\ddot{\dot{N}} + S + 3\,C$$

setzt nach §. 182 voraus, das die Kohle nur aus Kohlenstoff bestehe, was aber niemals vollständig der Fall sein kann, indem ganz reiner Kohlenstoff zu schwer entzündlich ist. Kohle ist daher immer aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzt, und zwar enthält die entzündlichste Kohle sehr viel von letzterem (§. 146). Wasserstoff fordert aber nach §. 101 auf 12,46 Gewichtstheile, 100 Sauerstoff zur Verbrennung, Kohlenstoff dagegen, wenn er zu Kohlensäure verbrennen soll, nach §. 100 auf 76,43, 200, also fordern 24,92 Theile Wasserstoff gleich viel Sauerstoff mit 76,43 Kohle, also gleiche Theile beim Wasserstoff 3mal so viel Sauerstoff als beim Kohlenstoff. Enthält daher die Kohle Wasserstoff, so reicht der Sauerstoff, der für sie unter der Voraussetzung, daß sie nur Kohlenstoff enthalte, berechnet worden, nicht aus, und man darf nun einem M.-G. Salpeter nicht 3 M.-G. Kohle zusetzen, wenn der Kohlenstoff noch zu Kohlensäure und nicht zu Kohlenoxydgas verbrannt werden soll. Verbrennt aller Wasserstoff der Kohle mit dem Sauerstoff des Salpeters (der wegen seiner größeren Verwandtschaft sich zuerst den Sauerstoff, so weit er ihn bedarf, aneignen, und nur den Rest für den Kohlenstoff lassen würde), so müßte statt der normalen Zusammensetzung des Schießpulvers für reinen Kohlenstoff von

74,7 Salpeter, 11,8 Schwefel, 13,5 Kohle

sich die Zusammensetzung ändern für

blauschwarze Kohle §. 146:	75,89	12,09	12,02
braunschwarze	77,55	12,20	10,25
chokoladenbraune	78,25	12,48	9,27

§. 255.

Die Voraussetzung, daß der Wasserstoff der Kohle mit dem Sauerstoff des Salpeters verbrenne, ist aber völlig unrichtig. Die Kohle ist ein noch nicht vollständig zerlegtes Vegetabil (§. 146) und seine weitere Zersetzung geschieht fast ganz wie die eines unzerlegten, daß nämlich: gleichviel ob sie für sich an der Atmosphäre oder mit der Salpeterzersetzung zugleich geschieht, der Wasserstoff sich mit Kohlen-

Digitized by Google

stoff verbindet, und als Kohlenwasserstoff, und zwar der ersten Gattung (§. 102) entweicht, der außerhalb der Mengung an der atmosphärischen Luft ohne Detonation verbrennt (§. 146), und nur die überschüssige Kohle mit dem Sauerstoff des Salpeters verbrennt. Aber auch dies ist nicht ganz scharf wahr, sondern es wird wirklich immer etwas Kohlenwasserstoff auf Kosten des Sauerstoffs des Salpeters verbrennen. Wie viel dies ist, hängt von der Kohle und der Verbrennlichkeit des Pulvers (die von Verdichtung, Kornform, Korngröße bedingt wird) ab. Es muß daher für jede Kohlenart und jede Bereitungsmethode, die vortheilhafteste Menge Kohle durch Probiren verschiedener Abstufungen ermittelt werden, jedenfalls wird die Kohlenmenge zwischen etwa 10 und 13 Prozent liegen müssen. Das Verhältniß von Schwefel und Salpeter (gleiche Mischungs-Gewichte) muß bei diesen Versuchen unverändert bleiben.

§. 256.

Bei diesem Ermitteln der richtigen Kohlenmenge wird sich noch ein Element thätig zeigen, nämlich die mit der Kohlenmenge steigende Entzündlichkeit des Pulvers, und wenn auch die Konservirbarkeit und Transportfähigkeit in Betracht gezogen wird, so kömmt noch ein Element hinzu, nämlich die mit der Kohlenmenge im gleichen Verhältniß wachsende hygroskopische Kraft des Pulvers, und seine in eben dem Verhältnisse wachsende Zerreiblichkeit, die dabei außerdem in dem Grade zunimmt, als die Kohle weniger gekohlt ist, wodurch das Korn zerstört, und somit das Band zwischen den drei Gemengtheilen gelöst wird, und sie sich auf dem Transport nach dem spez. Gewichte entmengen.

§. 257.

Bei sehr entzündlicher d. h. wasserstoffhaltiger Kohle wird die Gasmenge in viel kürzerer Zeit entwickelt, als bei weniger entzündlicher, es wird der Verbrennung durch die Umgebung weniger Wärme entzogen (was sich auch zeigt, wenn man sehr entzündliches und weniger entzündliches Pulver auf gleichen Kupferplatten abbrennt, wo die des letzteren viel heißer wird, als die des ersteren), überdies verbrennt Wasserstoff mit bei weitem stärkerer Temperaturerhöhung als Kohlenstoff.

§. 258.

So wie die Kohlenmenge in der Wirklichkeit von der theoretischen Norm abweichen kann, so auch die Schwefelmenge bei festgehaltenem Verhältniß zwischen Kohle und Salpeter. — Wenn die Mengung der Bestandtheile so voll-

Digitized by Google

ständig wäre, als sie die Theorie voraussetzt, wenn weder eingesogene Feuchtigkeit noch die Wärmeableitung, welche die Umhüllung des Pulvers veranlaßt, die Intensität der chemischen Thätigkeit schwächte, so würde sämmtliches Kaliumoxyd zu Kalium reduzirt, und das Kalium sich mit allem Schwefel verbinden, so aber liegt durch ungleiche Mengung an einer Stelle zu viel Schwefel an der andern zu wenig. Es wird dadurch die richtige Einwirkung zwischen Kohlenstoff, Schwefel und Kaliumoxyd gestört, es verbrennt etwas Schwefel auf Kosten des Sauerstoffs des Salpeters, dadurch muß etwas Kohle zu Kohlenoxydgas statt zu Kohlensäure verbrennen, es bleibt etwas Kaliumoxyd unzerlegt, dies zieht den verbrannten Schwefel (Schwefelsäure) und etwas Kohlensäure an, verbindet sich damit, dadurch vergrößert sich der Rückstand und was dasselbe ist, der Rauch. Beide bestehn nun nicht mehr rein aus dem leicht zerfließlichen Schwefelkalium, was einen bald flüssig und somit auch durchsichtig werdenden Rauch giebt, so wie eine bald schleimig werdende, leicht wegzuschaffende Pulverkruste (s. §. 262), sondern sie enthalten zum Theil das nicht flüssig werdende schwefelsaure Kali, wodurch eine feste harte Kruste, und ein dicker, lange undurchsichtig bleibender Rauch entsteht. Dies mehrt sich in dem Maaße als das Pulver schlechter gemengt ist. In gleichen Verhältnissen entsteht auch Kohlenoxydgas an der Stelle von kohlensaurem Gas, die Verbrennung wird langsamer, es geht mehr Wärme verloren, die Wirkung wird geringer. Diese Uebelstände treten wie die §. 250 genannten in dem Maaße mehr hervor, als das Pulver in kleineren Mengen verbrannt wird. Deshalb giebt man beim Jagdpulver nicht ohne Vortheil eine geringere Menge Schwefel als die theoretisch richtige. Wenn auch hier die eigenthümliche Wirkung des Schwefels geschwächt wird, etwas Kohlenoxydgas statt kohlensaurem entsteht, so wird dies wieder durch die größere Entzündlichkeit des kohlenreicheren Pulvers ausgeglichen. Der allerdings auch größere Rückstand an Rauch besteht aus Schwefelkalium und kohlensaurem Kali, welche beide zerfließlich sind, und das nicht zerfließliche schwefelsaure Kali ist jedenfalls vermieden. Bei Kriegspulver was meist nur in größeren Massen angewendet wird, wo es auf Konservirbarkeit, also Festigkeit und möglichst verringerte hygroskopische Kraft besonders ankommt, darf der Schwefelgehalt nicht verringert werden, und es ist nur durch innigste Mengung dahin zu streben, daß der Rückstand möglichst reines Schwefelkalium sei.

Digitized by Google

§. 259.

Für Minen und Sprengpulver ist eine langsame Verbrennung mit vielem weniger erhitztem Gase zweckmäßig, weil ein rasch verbrennendes Pulver mehr die zunächst gelegene Umhüllung zertrümmert, nicht aber große Massen fortschiebt; man giebt diesem Pulver die Zusammensetzung, daß es halb Kohlenoxydgas halb Kohlensäure entwickelt, und mengt es noch mit Salpeterschwefel, wodurch sehr verschiedene Abstufungen entstehen. Ganz analog diesen Mengungen kann Pulver für eisernes Geschütz konstruirt werden, bei dem heftige Erschütterungen vermieden werden müssen. Mit diesem Pulver analog wirkt gewöhnliches Pulver, wenn es mit schwer- oder unbrennbaren Substanzen (Sägespähne, Sand u. s. w.) gemengt oder wenn es feucht ist.

§. 260.

Die Theorie giebt für absolut innig gemengtes und vollkommen trockenes Pulver als Gasprodukt (§. 202)

$$\text{N} + 3\,\dot{\text{C}}.$$

Die Voraussetzungen der Theorie werden aber niemals vollständig erreicht. Es ist deshalb immer, je nachdem die Kohle mehr Wasserstoff enthielt, neben jenen Gasarten in dem Gemenge Kohlenwasserstoff, der erst an der Atmosphäre verbrennt, und die gelbrothe Flamme giebt (weshalb das Pulver desto mehr Flamme zeigt, je brauner die Kohle war) außerdem bildet sich etwas Kohlenoxydgas, ferner etwas schweflige Säure und Wasserdampf.

§. 261.

Der Rückstand sollte nach der Theorie (§. 202) das karminrothe Schwefelkalium (K. S.) sein, und mit dem Rauche nur 40,08 Prozent des Gewichts des Pulvers betragen. Es bildet sich dieser aber nur bei der vollkommensten Verbrennung, bei sehr gutem Pulver (Jagdpulver) oder in sehr günstig konstruirten Geschützen, wo der Verbrennungsraum vollständig (ohne Spielraum) verschlossen ist. Er tritt für gewöhnlich mit schwefelsaurem und kohlensaurem Kali gemengt auf, wodurch er gelb wird. Ist die Verbrennung durch Unreinheit der Materialien, schlechte Mengung, Feuchtigkeit, Staubbildung, große Wärmeableitung durch die Umhüllung u. s. w. noch ungünstiger, so leistet der Schwefel seine eigentliche Wirkung, die Reduktion des Kaliumoxydes in Kalium, fast gar nicht, und es bildet sich dann fast nur schwefelsaures und kohlensaures Kali, wo dann der Rückstand weiß ist. Man kann also anneh-

Digitized by Google

men, daß je weniger gefärbt der Rückstand sich zeigt, er in desto größerer Menge vorhanden ist, also in dem Maaße mehr, als $\frac{3}{5}$ des Gewichts des Pulvers beträgt. Der Rückstand derselben Pulvermasse ist nicht gleichartig; da wo das Pulver die Metallwand des Geschützes berührt, also ihm bei der Verbrennung viel Wärme entzogen wird, ist der Rückstand weiß (s. oben), in der Mitte der Ladung dagegen, wo das Pulver besser verbrennt, wird er gelb, so daß der Rückstand im Geschütz aus einer zunächst auf der Metallwand liegenden weißen, und einer innerlich liegenden aufgespritzen, gelben Schicht besteht. Verbrennt das Pulver in einem konischen Raume, so liegt der weiße Theil des Rückstandes hinten, der gelbe nach vorn, weil er aus der Mitte konisch fort, und über dem Raume, den das Pulver einnahm, hinausgeworfen ist.

§. 262.

Verbrennt das Pulver in bronzenen Röhren, so zerlegt sich ein Theil Schwefelkalium, und es bildet Schwefelkupfer welches als schwarzes Pulver die äußerste Schicht des Rückstandes giebt; es entsteht daher in dem Maaße als das Pulver besser ist, und durch die Größe der Masse besser und vollständiger verbrennt, mehr Schwefelkupfer; das Zinn der Bronze oxydirt in dem Maaße mehr als die Temperatur höher war, also in dem Maaße als die Verbrennung größerer Massen und besseren Pulvers statt hat. Dadurch, daß immer etwas Schwefel verbrennt, statt blos Schwefelkalium zu geben, bleibt etwas Kohle unverbrannt und zwar in dem Maaße mehr als die Verbrennung wegen Feuchtigkeit u. s. w. unvollständiger ist. Es bleiben beim Schießen aus Bronzegeschütz unter gleichen Umständen von sehr gutem und einem weniger guten Pulver mit feinem und groben Korn bis 8 Pfd. Ladung Rückstände, bestehend in 100 Theilen aus:

		weniger gutes	
	sehr gutes	feinkörnig	grobkörnig
1) Schwefelkalium	67,23	12,12	17,87
2) Schwefelsaures Kali	13,15	39,94	54,14
3) Kohlensaures Kali	14,85	44,73	23,15
4) Schwefelkupfer	3,88	1,39	3,77
5) Kohle	0,49	1,82	1,05
6) Zinnoxyd	0,40		

Beim Schießen aus eisernen Röhren fallen 4 und 6 aus und es tritt nichts analoges an die Stelle.

§. 263.

Da bei richtiger Verbrennung nur der Schwefel und

Digitized by Google

das Kalium zurückbleibt und alle andern Bestandtheile des Pulvers gasförmig entweichen, so giebt das rothe Schwefelkalium das Minimum des Rückstandes; ist neben ihm aber unzerlegtes Kali, verbrennter Schwefel, unverbrennte Kohle oder ein Theil der Kohlensäure, die eigentlich hätte entweichen sollen, an Kali gebunden, im Rückstande, so muß dieser an Gewicht und Volumen größer sein als jenes Minimum; da diese Unregelmäßigkeit in der Bildung des Rückstandes in gleichem Maaße mit der unvollkommnen Verbrennung steigt, und in demselben Maaße die Explosion schwächer wird, so wird auch verhältnißmäßig weniger vom Rückstande als Rauch aufgerissen, indem der Rauch nichts als fortgerißner fein vertheilter Rückstand ist, und es wird aus doppelten Gründen der wirkliche Rückstand, d. h. was im Geschütze bleibt, in dem Maaße größer werden als die Verbrennung unvollkommner wird, und in dem doppelten Maaße, je kleiner die Ladung ist, je mehr die Mündung des Pulververbrennungsraumes durch das Geschoß verschlossen ist und das Entweichen des Rauches erschwert wird.

§. 264.

Schwefelkalium saugt begierig Wasser aus der Luft und zerfließt, kohlensaures Kali hat dieselbe Eigenschaft, doch im geringeren Grade, schwefelsaures Kali und die übrigen Bestandtheile gar nicht. Ganz richtig konstruirter Rückstand zerfließt daher sehr rasch, je mehr er von den andern Bestandtheilen enthält, also je weißer und größer er ist, desto langsamer; jedenfalls hat die Feuchtigkeitsmenge, welche die Luft eben enthält, entscheidenden Einfluß, je mehr die Luft für ihre Temperatur mit Wasser gesättigt ist (was an warmen Tagen weniger der Fall zu sein pflegt als an kühlen) je weniger heiß die etwa unterliegende Metallwand ist, und somit das eingesogene Wasser verdampft, desto leichter wird jeder Rückstand abgesehn von seiner Zusammensetzung zerfließen. Die schnelle Zerfließlichkeit ist sowohl für den im Geschützrohr als sogenannte Pulverkruste zurückbleibenden Theil des Rückstandes als für den als Rauch mit fortgerissenen ein Vortheil; denn eine schwer zerfließliche Kruste vermindert die Dimension der Bohrung des Rohres, und macht die Wände rauh, und ein schwer zerfließlicher Rauch verhüllt für lange Zeit die freie Aussicht vor dem und beim Geschütz, namentlich beim Schießen in fest verschlossenen Räumen. — Ist die Pulverkruste zerflossen, so bildet sie eine schleimartige Flüssigkeit (Pulverschleim) und die in Wasser unauflöslichen Gemengtheile Kohle, Schwefelkupfer

Digitized by Google

u. s. w. werden mit ihrer schwarzen Farbe bemerklich. Bei der Auflösung selbst oxydirt das Schwefelkalium durch Zerlegung des Wassers, es bildet sich schwefelsaures Kali und der Wasserstoff des Wassers verbindet sich mit einem Theile Schwefel zu Schwefelwasserstoff, woher der Geruch nach faulen Eiern entsteht.

§. 265.

Bei dem Einsaugen des Wassers durch den Rückstand wird, so lange das Wasser chemisch gebunden und dadurch in den festen Aggregatzustand übergeführt wird, die latente Wärme frei. Geschieht die Ansaugung dadurch, daß die ansaugende Substanz, das Schwefelkalium, sehr fein vertheilt ist, und durch zwischengelagerte Substanzen am Zusammenbacken, also am Vermindern der Oberfläche verhindert wird, sehr rasch, und ist die Masse dabei von schlechten Wärmeleitern umgeben, so steigert sich die Wärme bis zur Entzündung. $^1/_2$ Loth Pulverrückstand in Werg gepackt entzündet sich in Mittel einer Viertelstunde, in dem Maaße früher oder später, in dem es mehr Schwefelkalium enthält. Auf einer Metallunterlage in dünnen Schichten ausgebreitet, tritt keine bemerkbare Erhitzung ein, weil das Metall die erzeugte Wärme sogleich absorbirt.

§. 266.

Wenn auch durch die Selbstentzündung des Rückstandes keine Entzündung der nächsten Ladung zu befürchten steht, so glimmt doch die eingemengte Kohle (§. 264.) zuweilen fort, und giebt Veranlassung zu Entzündungen der nächsten Ladung, besonders in Waffen wo kleine Ladungen angewendet werden, weil dann eben am Meisten Kohle unverbrannt bleibt. Zerfloßner Rückstand kann die nächste Ladung feucht machen, und ist besonders hinderlich, wenn die Ladungen lose eingeschüttet werden, wo ein Theil der Pulverkörner an den Wänden hängen bleibt.

§. 267.

Unreinigkeiten im Salpeter stören die Wirkung des Pulvers sehr, vermindern die Gasmenge und die Temperatur und vermehren den Rückstand.

b) Mechanischer Theil.

§. 268.

Das Schießpulver darf nicht die staubförmige Gestalt behalten, welche es durch das Kleinen und Mengen der drei Bestandtheile erhält. Es würde, da es der Atmosphäre

Digitized by Google

sehr viele rauhe Oberfläche böte, sehr stark Feuchtigkeit anſaugen, es würden ſich beim Transport die Beſtandtheile wegen ihres verſchiedenen ſpezif. Gewichtes abſondern und ſchichtenweiſe über einander lagern: es würde ſehr viel verſtauben, wodurch Gefahr entſtände, und da mehr Kohle als von den übrigen Beſtandtheilen verſtaubte, ſo würde das Mengungsverhältniß unrichtig werden. Die Verbrennung würde in dieſem lockeren Zuſtande zwar ſehr ſchnell gehn, aber ſie würde nur ſchichtenweiſe, alſo doch im Ganzen langſamer fortſchreiten, als wenn man die Maſſe zwar verdichtet, aber Zwiſchenräume läßt, durch welche die erſte Entzündung ſich ſchnell durch die ganze Maſſe verbreiten kann. Dies tritt um ſo mehr als wichtig heraus, je kleiner die Ladung iſt. Bei großen Ladungen treibt ſtaubförmiges Pulver (wenn es friſch bereitet iſt und noch kein Waſſer angeſogen hat), ſo weit wie gekörntes. — Den erſten obengenannten Uebelſtänden würde am beſten begegnet, wenn man die ganze zu einer Ladung gehörige Pulvermenge in eine feſte Maſſe umwandelte; allein dann würde die Verbrennung noch langſamer werden, und um ſo möglichſt raſche Entzündung durch die ganze Maſſe und dabei gute Konſervation und Transportirbarkeit zu erhalten, muß man das Pulver immer zu einem feſten Kuchen bilden, dieſen aber in ſehr kleine Stücke, Körner, zerbrechen. Wird Pulver zu ſofortigem Gebrauch in größeren Waffen bereitet, ſo kann es ohne Nachtheil für die Wirkung ungekörnt angewendet werden.

§. 269.

Aus dieſer durch die Umſtände bedingten Körnung des Pulvers gehn mannichfache Einflüſſe auf die Wirkung des Pulvers hervor, die beſonders ſich in der verſchiedenen Zeit, die zur Verbrennung gehört, ausſprechen, und zwar bilden die Dichtigkeit des Kuchens, oder des Korns das daraus erhalten, die Größe, Form und äußere Glätte des Korns zuſammen mit der Zuſammenſetzung die Elemente dieſer oft ſehr komplizirten Einflüſſe. Im Allgemeinen zerfällt der Einfluß in drei Faktoren, in die Entzündlichkeit des einzelnen Korns (abhängig von der Kohlenart, dem Kohlengehalt, der Form des Korns, der Glätte ſeiner Oberfläche), in die Schnelligkeit, mit welcher ſich die Entzündung durch die ganze Pulvermenge verbreitet (abhängig beſonders von der Größe der Räume zwiſchen den Körnern) und der Schnelligkeit der Verbrennung jedes Korn (abhängig von der chemiſchen Mengung, beſonders aber Größe, Form und Dichtigkeit des

Digitized by Google

Korns). — Wirken diese Faktoren so zusammen, daß das Pulver in kürzest möglicher Zeit verbrennt, so wird die Wirkung desselben für kleines Gewehr am günstigsten, indem nun die größte Schußweite, (welche auch schon durch ein weniger verbrennliches Pulver erreicht wird) zwar nicht erhöht, aber mit geringerer Pulvermenge erhalten werden kann. In dem Maaße als die Waffe größer wird, tritt aber auch die zerstörende Wirkung des schneller verbrennenden Pulvers sichtbarer hervor, ohne daß eine Vermehrung der Schußweite einträte, oder das Austreiben und Ausbrennen der Waffe durch Verminderung der Ladung bis auf das Minimum, wo das Geschoß noch die erforderliche Wirkung hat, verhindert werden könnte. Diese zerstörende Wirkung wird um so bedeutender, wenn neben den mechanischen Elementen auch noch die chemischen, besonders wasserstoffhaltigere Kohle, hinzutreten. Bei der kleinen Waffe dagegen wirken diese Elemente in gleichem Grade günstiger wie die mechanischen, welche die Verbrennungszeit verkürzen. Der Einfluß der chemischen Zusammensetzung und der Kohlenart auf die Verbrennungszeit wurde schon in den §. 254. u. f. f. betrachter. Die Einflüsse der mechanischen Elemente sind speziell folgende:

1) Die Dichtigkeit der Kornmasse steht mit der Verbrennungsgeschwindigkeit des einzelnen Kornes in umgekehrtem Verhältniß; je dichter die Masse ist, desto kleiner wird die Pulvermenge bei gleicher Korngröße und Form, desto schneller verbreitet sich das Feuer.

2) Je größer das Korn, desto langsamer verbrennt es, desto weniger entzündlich ist es, weil es weniger Oberfläche hat, desto leichter verbreitet sich das Feuer (da die Pulvermenge desto kleiner ist).

3) Je eckiger das Korn, desto entzündlicher ist es, desto rascher verbrennt es, da die Kugel die kleinste Oberfläche bei gleicher Masse hat, desto schwerer verbreitet sich das Feuer, desto kürzeren Raum hat es aber auch zu durchlaufen. Rundes Korn giebt gleichmäßigere Verbrennung.

4) Je glätter die Oberfläche des Korns, desto weniger entzündlicher ist es, desto leichter aber verbreitet sich das Feuer durch die ganze Pulvermenge, weil es die Rauhheiten und der Staub nicht aufhalten.

Es scheint auf die Verbrennungszeit weniger die Entzündlichkeit des einzelnen Korns, als die Geschwindigkeit mit der das Feuer an allen Punkten erscheint (wobei wieder die Größe des durchlaufenen Raumes von untergeordnetem Ein-

Digitized by Google

fluſſe iſt) und die Verbrennlichkeit des Korns entſcheidend zu wirken. Braune Kohle, rundes, glattes und kleines Korn und geringes ſpezifiſches Gewicht des Korns ſelbſt, werden daher die Verbrennungszeit überwiegend gegen die anderen Elemente verkürzen und deshalb für kleine Waffen vortheilhaft, für große gefährlich ſein. Für große bedarf es großes Korn, damit das Feuer ſchnell durchlaufe, und großes ſpez. Gewicht des Korns, damit es nicht zu ſchnell verbrenne. Im Obigen iſt immer in der Pulverſorte ein gleich großes und gleich geformtes Korn vorausgeſetzt. Mengt man aber verſchiedene Korngrößen, ſo ſcheinen wieder eigenthümliche Kombinationen zu entſtehen. Das Volumen der Pulvermenge wird geringer als es bei alleiniger Anwendung des größten darin vorhandenen Korns ſein würde, alſo iſt die Verbreitung des Feuers langſamer, aber wie es ſcheint immer raſcher als bei alleiniger Anwendung des feinſten Korns. Dies Pulver iſt leichter darzuſtellen, weil bei der Fabrikation die Körner immer ungleich ausfallen, und erſt ſehr mühſam in gleicher Größe ausgeſchieden werden müſſen, giebt gleiche Wirkung mit dem feinkörnigen, beſonders bei großen Waffen, und greift dieſe weniger an. Bei kleinen Waffen iſt ſeine Wirkung ungleichmäßiger als die eines gleichen Kornes.

§. 270.

Konſervirbarkeit und Transportirbarkeit gehen parallel unter ſich, aber nicht mit Entzündlichkeit und Transportirbarkeit. Je dichter die Kornmaſſe, je glätter die Oberfläche, je größer das Korn, deſto beſſer transportirt und konſervirt ſich das Pulver. Ob ſich rundes oder eckiges in dieſer Beziehung beſſer verhält, iſt noch nicht ſicher entſchieden; das erſtere ſcheint bei gleicher Dichtigkeit weniger Waſſer anzuſaugen.

§. 271.

Es giebt für das gekörnte Pulver zwei ſpezifiſche Gewichte, das eine ohne Zwiſchenräume, wo alſo blos das ſpez. Gewicht des Korns (die eigentliche Dichtigkeit des Kornes) ſelbſt in Betracht kommt; das zweite mit den Zwiſchenräumen, wo alſo neben jenem noch Größe und Form der Körner in Betracht kommt. Je größer dieſe Dichtigkeit iſt, deſto kleiner kann das Korn ſein, 1,46 bis 1,66 ſcheint für die Größe der Körner, die bei Kriegswaffen vorkommen, die angemeſſenſte Dichtigkeit. Je kleiner und je eckiger die Körner ſind, deſto größer fällt das 2te ſpez. Gewicht im Verhältniß vom erſten aus. Runde Körner nehmen daher unter gleichen Umſtänden den größten Raum

Digitized by Google

ein, bedürfen also auch zum Transport den größten Raum. Das spez. Gewicht der Körner an sich kann von 1,2 bis 2,0 gehn, und zwar ist es bei gleicher Verdichtungsmethode um so höher zu bringen, je inniger die Masse vorher gemengt worden; dagegen zeigen Veränderungen im Mischungsverhältnisse weniger Einfluß darauf. Berechnet man unter der Voraussetzung, daß das spez. Gewicht des Salpeters = 2,100 (§. 22.), des gepulverten Schwefels gleich dem dichtesten = 2,325 (§. 86.), das der gepulverten Kohle = 1,150 (§. 145.) das möglichst hohe spez. Gewicht einer Pulvermasse, welche aus 75 : 12,5 : 12,5 besteht, so ist dies 2,100. Ueber die Unrichtigkeit der bisherigen Bestimmungen dieses spez. Gew. s. §. 346. Das 2te spez. Gewicht geht von 0,800 bis 0,970. Für Kriegspulver zu großen Ladungen ist etwa 0,880 bis 0,900, für kleine Ladungen etwa 0,920, für Jagdpulver etwa 0,950, das mittlere spez. Gewicht mit Zwischenräumen; die Größe der Körner ist überaus verschieden. Gröbstes Kanonenpulver hat etwa 200 Körner auf 1 Gramme, feineres Geschütz- und Gewehrpulver 1000, feinstes Jagdpulver bis 60000. Bei starken Ladungen können die Körner ohne Nachtheil für die Treibkraft erbsengroß sein, obwohl diese Körner bei kleinen Ladungen entzündet weit fortfliegen.

§. 272.

Da in jeder Waffenart das Pulver auf eine eigenthümliche Weise, je nach der Konstruktion derselben verbrennt, so wird es eigentlich für jede Waffe ein Pulver geben, wo die verschiednen Elemente grade die für die Waffe zulässige geringste Verbrennungszeit geben und in vortheilhaftester Art für alle Zwecke zusammengestellt sind. Dieß ist im Großen nicht vollständig, sondern nur so weit durchführbar, daß man vielleicht höchstens 4 verschiedene Sorten fertigt, die nur in der Größe des Korns verschieden sind. Meist giebt es nur 3 Sorten: Geschütz-, Flinten- und Jagd- oder Büchsen- (Pirschpulver). Zuweilen trennt man beim Geschütz noch Kanonen- und Wurfgeschützpulver. Längere Erfahrung zeigt, daß man gebraucht im gegenseitigen Verhältnisse:

	Kanonenp.	Wurfgeschützp.	Flintenp.
im Feldkriege	2	1	5
im Festungskriege	10	4	1

Sehr vortheilhaft wäre es für die Ausdauer schwerer Kanonen, namentlich für eiserne, ein besonderes *sehr grobkörniges*, langsam verbrennendes Pulver zu bereiten. Dies giebt dabei auch obwohl es im Probirmörser, wo die Ent-

Digitized by Google

zündlichkeit entscheidet, geringere Wurfweiten zeigt, im großen Geschütz größere Schußweiten; ein dichteres Pulver verhält sich ganz so gegen lockeres. Wieviel Sorten Pulver man fertige, so wird es dabei jedenfalls vortheilhaft sein, immer eine hohe Verdichtung, womit immer auch innige Mengung bedingt und ohne Nachtheil für die größere Waffe zulässig ist, anzuwenden, und nur in Korngröße und Form Modifikationen eintreten zu lassen, obwohl das Höchste dieser Art bei Kriegspulver, das wohlfeil sein muß, nicht erreichbar ist, sondern nur beim Jagdpulver ausgeführt werden kann. Je dichter die Pulvermasse ist, desto gleichmäßiger wirkend bleibt sie für alle Zeit bei Transport und Aufbewahrung, desto mehr Gasspannung giebt sie (wegen der innigen Mengung), daher auch, wenn die Dichtigkeit 1,6 nicht übersteigt, wo die langsamere Verbrennung etwas hindernd wird, die größte Anfangsgeschwindigkeit, desto weniger zerstörend wirkt sie auf die Waffen, denen eine sehr rasche Verbrennung gefährlich ist. Bei lockeren Pulvermassen zeigt sich dieser Fehler besonders so lange sie frischbereitet sind, später werden sie durch eingesogenes Wasser träger, aber sehr ungleich träge brennend; unter Umständen zeigen auch solche frischbereitete lockere Pulvermassen größere Treibkraft, allein diese verliert sich sehr bald und ungleich. Nimmt man nicht die größtmöglichste Verdichtung des Kuchens, so muß für gleiche Ladungsgröße (§. 269.) das Korn um so größer und runder sein, als die Verdichtung kleiner ist, doch kann das gröbste Korn die nachtheilige Wirkung, welche lockere Masse auf das Geschütz hervorbringt, nicht aufheben. Jedenfalls darf man daher für Kriegspulver, selbst für kleine Ladungen, keine Verdichtung unter 1,4 (§. 271.) anwenden; 1,6 bis 1,9 scheint für Pulver zu großer Ladung die passendste. Weniger dichte Masse giebt bei größeren Ladungen zerstörende Wirkung auf das Rohr, gleichviel welches seine chemische Zusammensetzung sei. — Je brauner die Kohle ist, desto wichtiger wird die stärkste Verdichtung (namentlich wenn sie bei Jagdpulver Leinwandkohle enthält, §. 137.), weil das Pulver, je braunere Kohle es enthält, desto zerreiblicher und leichter verbrennlich ist, darum tritt auch der Unterschied der Kohle, je weniger dicht das Pulver ist, um so mehr hervor.

§. 273.

Wenn die Körner entweder nicht gehörig von dem bei der Arbeit sich bildenden Staube gereinigt worden, oder wenn sie bei Aufbewahrung, Transport oder Verarbeitung Staub gebildet haben, was in dem Maaße mehr der

Digitized by Google

Fall ist, als das Korn locker, scharfkantig und weniger polirt ist, so wird das Pulver stärker hygroskopisch, in kleinen Massen schneller in großen langsamer verbrennend, weil bei erstern die schnellere Entzündlichkeit des rauhen Kornes, bei letzteren die Erschwerung des Durchganges des Feuers zwischen den Körnern vom Entzündungspunkte durch die ganze Ladung vorwaltet. Bei der schnelleren Entzündung in kleinen Mengen zeigt sich zugleich ungleichmäßigere Kraftäußerung. Durch die stärkere Wirkung der Feuchtigkeit wird solches Pulver sehr bald bedeutend schwerer entzündlich und schwächer.

§. 274.

Theils zur Verminderung der Gefahr bei der Bereitung, theils um eine ungleichmäßige Verstauung zu verhüten, theils endlich um durch Auflösung des Salpeters eine innigere Mengung der drei Substanzen und eine Bindung der zu körnenden Masse zu erhalten, giebt man in verschiedenen Stadien der Pulverbereitung Wasser zu, wodurch zu den Operationen des Kleinen, Mengens, Verdichtens und Körnens noch das Trocknen hinzukommt, und die Dichtigkeit der Masse durch das dampfförmig entweichende Wasser verändert wird. Diese Wassermenge ist daher auf das Minimum zu beschränken.

Die Maschinen und Werkstätten im Allgemeinen.

§. 275.

Es giebt für die Ausführung der verschiedenen Arbeitsabschnitte in der Pulverfabrikation sehr vielfache Maschinen. Bei ihnen ist außer dem, was in der Einleitung von den Maschinen überhaupt gesagt worden, noch die Vermeidung der Gefahr besonders zu berücksichtigen. Diese Gefahr kann nicht blos durch die arbeitenden Theile der Maschine herbeigeführt werden, sondern auch, wenn diese Pulverstaub durchlassen, von den Maschinen-Theilen, welche durch Ineinandergreifen Bewegung übertragen, oder die sich bewegenden Stücke unterstützen.

§. 276.

Bei den Maschinen selbst muß die Veranlassung zu Entzündungen, welche herbeigeführt werden, durch starke Stöße harter Körper, besonders von Metallen, aufeinander, durch quetschende Reibung, durch von außen eindringende harte pulver-

Digitized by Google

förmige oder körnige Substanz, durch schnelle wärmeerregende Bewegung, um so sorgsamer vermieden werden, je weiter in dem Arbeitsstadium, in welchem die Maschine wirkt, schon die Innigkeit der Mengung der Pulvermasse vorgeschritten ist. Man darf hierbei nicht auf das in diesen Stadien eintretende Befeuchten der Masse rechnen, indem bei fortgehender Fabrikation die Aufmerksamkeit der Arbeiter auf die nöthige Befeuchtung nur zu bald nachläßt, wenn lange keine Entzündung statt gehabt; auch kann sehr trockne Luft und Luftzug die Befeuchtung zuweilen ungewöhnlich rasch vermindern. Eine Befeuchtung mit 3 bis 4 Prozent Wasser verhindert überhaupt die Entzündung nicht. — In dem Maaße als die Innigkeit der Mengung zunimmt, muß die gleichzeitig in Arbeit befindliche Menge abnehmend, und diese immer gut von der schon bearbeiteten und noch zu bearbeitenden getrennt sein. Die Maschinen sind oft zu besichtigen, ob sich Spalten bilden, die Staub durchlassen oder in welchen sich Pulvermasse verdichten kann, besonders ist auf entstehende Vertiefungen in den arbeitenden Metalltheilen oder auf Loslösen einzelner Metalltheile die größte Aufmerksamkeit zu wenden. Wenn die Maschinen vermöge ihrer Konstruktion Vertiefungen haben, in welchen sich Pulvermasse ansetzen kann, so ist diese bei den Reinigungen der Gebäude, nachdem sie angefeuchtet, fortzuschaffen.

§. 277.

Bei den drückenden oder langsam walzend wirkenden arbeitenden Theilen der Maschinen ist die Anwendung irgend eines Metalles eben so gefahrlos als die des bald erschöpften Holzes oder Steines; diese werden rauh, saugen das Wasser auf und geben dadurch erhöhtere Gefahr als die Metalle, wenn deren Oberfläche glatt und hart, und frei von Vertiefungen, eingesetzten Stücken, eingeschmiertem Kitte u. s. w. sind. Wenn Bronze angewendet wird, muß es 18 bis 20% Zinn enthalten, weil es sonst zu weich ist und bald rauh wird; Gußeisen ist vortheilhafter, doch muß die Gußrinde, welche Sand oder kieselsaures Eisenoxyd enthält, an allen Stellen, welche mit dem Pulversatze in Berührung kommen, oder sich beim Bewegen an anderen Flächen reiben, erst sorgfältig fortgeschafft sein. — Eben so werden alle die Bewegung übertragenden oder modifizirenden Theile besser aus Metall gefertigt; es ist aber wünschenswerth, daß in einander greifende Stücke außerhalb der Arbeitsräume liegen, besonders wichtig ist dies bei denen Räumen, wo ein Verstauben der Masse nicht ganz verhindert werden kann.

Digitized by Google

Die ineinander greifenden Räder, Muffen u. s. w., welche immer in den Arbeitsräumen liegen, müssen theils sehr genau und ohne Schleifung ineinander laufen, theils müssen sie auf den Wellen so fest und unverrückbar aufgesteckt sein, daß auch nicht die kleinste Verschiebung eines Rades möglich wird, wodurch eine fortdauernde Schleifung erzeugt werden würde. Auf die Beseitigung der Reibung u. s. w. ist in dem Maaße mehr Aufmerksamkeit zu wenden, als die wirkenden Kräfte größer sind. Häufige Anwendung von Graphitschmiere (Baumöl, Talg und Graphit) ist an allen reibenden Flächen wichtig. Beim Aufbringen frischer Schmiere ist die alte erst sorgfältig zu entfernen, wenn sie Pulverstaub aufgenommen haben kann.

§. 278.

Man rechne bei der Einrichtung von Maschinen immer darauf, daß sie nicht ohne fortdauernde Aufsicht gelassen werden dürfen, gestatte daher keine größere Gefährlichkeit in der Voraussetzung, daß bei Entzündungen kein Mensch verletzt werden könne.

§. 279.

Man suche für die Anlage einer Pulverfabrik möglichst festen schwarzen Boden; Sand, selbst in der Ferne, bleibt stets gefährlich. Man vermeide sehr frequentirte Wege oder ein schiffbares Wasser, selbst wenn dadurch die Transportkosten erhöht werden. Im Innern dürfen die Verbindungswege, auf denen Pulver gefahren wird, nicht gepflastert oder als Eisenbahn vorgerichtet sein. Wohnhäuser des Beamtenpersonals, so wie die Ställe u. s. w. sind ganz außerhalb der Fabrik zu legen.

§. 280.

Die Arbeitslokale sind möglichst klein, leicht gebaut und isolirt anzulegen. Am nöthigsten ist dies bei denjenigen, worin gemengt und gekörnt wird. Die Zerstörungen, die nicht ganz zu vermeiden sind, werden um so kostbarer und gefährlicher, je größer das Gebäude ist, je mehr Widerstand es bietet. Man sehe bei ihnen nicht auf Eleganz. Wenn das Gebäude vor Eindringen der Feuchtigkeit und des Staubes schützt, entspricht es vollständig den Anforderungen. Hölzerne Gebäude sind am vortheilhaftesten nächstdem Fachwerk mit Lehm; Mörtel und gebrannte Steine sind nicht zu empfehlen. Jedenfalls darf die Decke nicht mit Kalk beworfen sein. Die Gebäude, in denen gefährlichere Arbeitsabschnitte vorgenommen oder halb oder ganz fertiges Pulver aufbewahrt wird, müssen in der Richtung nach an-

Digitized by Google

deren Gebäuden mit Wällen umgeben werden. Die Dächer der Arbeitsräume sind mit Klappen zu versehen, die sich von Innen nach Außen öffnen, oder aber mit Brettern einzudecken; über den gefährlichsten Maschinen sind Wassergefäße aufzustellen, deren Hähne sich öffnen, wenn Theile der Maschine sich bewegen, welche nur bei Explosionen sich verrücken können. Alle Thüren der Lokale, wo Explosionen vorkommen können, müssen sich von innen nach außen öffnen.

§. 281.

Die Fenster der Arbeitslokale sind so zu legen oder zu schützen, daß die Mittagssonne sie nicht trifft, ist dieß nicht zu vermeiden, so bestreiche man sie mit dünner weißer Oelfarbe, oder lasse sie matt ätzen. Man vermeide Scheiben mit Knoten, Körnern u. s. w. auf der Sonnenseite sorglichst. Die Thüre ist auf alle Weise vor dem Eindringen des Windes zu schützen, also bei Umwallung innerhalb derselben anzulegen. Der Fußboden wird mit möglichst fettem Thon tennenartig ausgeschlagen. Er wird außerdem noch mit feuchten Sägespähnen etwa $^1/_2$" hoch bedeckt. Diese verdienen den Vorzug vor den theuren, schwer zu reinigenden Haardecken. Ist bei einer Arbeit Pulverstaub auf die Spähne gefallen, so sind sie sogleich gegen neue zu vertauschen. Die Arbeiter haben Filzschuhe an, die sie jedesmal an der Schwelle aus- oder anziehn. Wenn Heizröhren oder ähnliche zu heizende Vorrichtungen sich in den Lokalen befinden, so sind diese, so weit es irgend angeht, mit Kalk weiß anzustreichen, damit sich ansetzender Pulverstaub bemerklich wird. — Alle Schlösser, Nägel u. s. w. sind entweder von Kupfer oder stark verzinnt.

§. 282.

Alle Lokale, in denen Pulversatz vorhanden, dürfen für gewöhnlich nicht länger als das Tageslicht es zuläßt, benutzt werden. Muß in dringenden Fällen künstliche Beleuchtung angewendet werden, so geschieht dies mit gut ziehenden Argandschen oder Gaslampen, die Laterne ist nur mit der Vorderseite in die Mauer eingelassen. Die Scheibe ist so weit ab von der Flamme, daß die Erhitzung der Scheibe nicht möglich wird, doch ist sie durch ein doppeltes Drahtgitter von Innen vor dem Zerbrechen zu schützen. Das Licht wird durch gut polirte Reflektionen oder durch Glasspiegel nach allen Theilen des Gebäudes geworfen. — Heitzung darf nur durch Wasserdampf oder warme Luft geschehen.

Digitized by Google

§. 283.

Während der Arbeit wird auf größte Reinlichkeit und schnellste Entfernung des sich absetzenden Staubes, der sich anhaftenden Pulvermasse u. s. w. gesehn, beim Wegschaffen aber das zu entfernende immer erst befeuchtet. Jede bearbeitete Satzmenge wird sogleich nach einem besondern massiven und mit Doppelthüren versehenen Magazin gebracht. Des Sonnabends Nachmittag findet eine Hauptreinigung statt, wobei, wenn das Wetter günstig, die Fenster ausgehoben werden. Das Kehricht wird in Wasser geworfen, die Sägespähne dann wieder so weit es angeht, getrocknet und von Neuem gebraucht. Hierbei sind alle, selbst die versteckteften Stellen, wo sich Pulverstaub angesetzt haben kann, nicht zu übersehn. Kann man nicht bequem dazu, was allerdings ein Mangel in der Bauart wäre, so gieße man Wasser auf die zweifelhafte Stelle. Bei dieser Reinigung untersuche man auch, ob sich an den ineinandergreifenden Maschinentheilen, welche innerhalb der Gebäude liegen, wo Explosionen zu befürchten stehn, keine Schleifung zeigt, was durch eine geringe Verrückung einer der Theile statt haben kann, und helfe sogleich ab, wenn sich eine angeschliffene blanke Stelle zeigt.

§. 284.

Der Transport der gemengten Materialien oder des in der Bereitung schon weiter vorgeschrittenen Pulvers, darf nicht in mit ab- und aufzutreibenden Reifen versehenen Tonnen, sondern muß in Tonnen mit festen Reifen und losen übergreifenden Deckeln, oder besser noch in viereckigen gut verspündeten oder mit Metall ausgekleideten hölzernen Kasten geschehn. (s. Aufbewahrung.)

Die einzelnen Arbeitsabschnitte.

Das Abwägen.

§. 285.

Ist Salpeter in kleinen Kristallen dargestellt oder geschmolzen und die Kohle frisch bereitet, oder auch einige Zeit in Stücken in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt gewesen, so ist das Abwägen ohne weitere Korrektion vorzunehmen, sonst aber muß von der Kohle eine Probe scharf getrocknet, vom Salpeter eine geschmolzen und der

Digitized by Google

dabei gefundene Verlust als Feuchtigkeit beim Abwägen in Anrechnung gebracht werden.

Kleinen und Mengen.

§. 286.

Salpeter kleint sich besonders gut in geschmolzenen Stücken; fast eben so gut in kleinen Kristallen, sehr schlecht in großen, weil diese in den Spalten Wasser verschließen, er muß dann halb gekleint, getrocknet und dann erst völlig gekleint werden. — Schwefel kleint sich für sich schwer fein, weil er durch Friktion elektrisch wird und sich die Stückchen ansetzen und ballen; er kleint sich um so schwerer, je größer sein spezifisches Gewicht ist, d. h. bei je höherer Temperatur er geschmolzen worden (§. 86.) und in je kleinere Stücke man ihn gegossen (§. 98.). Viele gestampfte Pulver in Wasser aufgelöst und umgerührt setzen bei ruhigem Stehn ihren Schwefelgehalt isolirt und in ziemlich groben Körnern am Boden des Gefäßes ab. Salpeter und Schwefel, jeder für sich, in feinstes Pulver verwandelt und in größeren Massen einige Zeit in Haufen liegend, werden wieder durch Adhäsion zu harten Klumpen, die von Neuem gekleint werden müssen, und zwar um so mehr, je feiner das Pulver war. Auch mit einander gemengt ballen sie sich zusammen, obwohl nicht so fest als jeder für sich. — Kohle kleint sich um so leichter, je brauner sie ist (§. 145.), sie verstaubt dabei leicht, und entzündet sich zuweilen durch starke Friktion. Aus beiden Gründen befeuchtet man sie, wenn sie für sich gekleint wird. — Es ist nach Obigem vorzuziehen, Schwefel und Kohle niemals für sich, sondern immer mit einander zugleich oder jedes für sich mit Salpeter zugleich zu kleinen, und damit auch schon vorläufig zu mengen. Doch ist es vortheilhaft, zuerst jede Substanz für sich gröblich zu kleinen.

§. 287.

Die gekleinten Substanzen bedürfen, wie gut auch die Kleinungsvorrichtung sein möge, immer noch des Aussiebens, weil sich selbst bei lange fortgesetzter Kleinungsoperation durch Maschinen einzelne Theile der Kleinung entziehen. Am vortheilhaftesten ist es, wenn der Siebeapparat unmittelbar einen Theil des Kleinungsapparates bildet; ist dies nicht der Fall, so bedient man sich hohler cylindrischer Siebe. Sie bestehn aus einer hölzernen Achse, und einem mit Speichen damit verbundenen Gerippe, und einer Peripherie von

Digitized by Google

Beuteltuch. Sie sind 6—12′ lang, 1½′ weit, liegen schräg (am obern Ende 8″ höher) in einem Kasten, oben ist an der Achse eine Kurbel, womit das Sieb gedreht wird; ein Trichter führt oben die verkleinten Materialien ein. Am Kasten ist an der untern Oeffnung des Siebes eine Abtheilung für das nicht durch das Sieb gegangene.

§. 288.

Es scheint als könne man, um die Poren der Kohle mehr zu verschließen und ihr die hygroskopische Kraft mehr zu nehmen, mit Vortheil Schwefel und Kohle zusammen kleinen und mengen, und das Gemenge bis 103°, dem Schmelzpunkte des Schwefels, erhitzen, um den flüssigen Schwefel in die Kohle eindringen zu machen, und dann von Neuem zu kleinen. Es scheint schon die Mengung und Festigkeit zu begünstigen und das Wasser entbehrlich zu machen, wenn die Mengung bei 50° statt hat.

§. 289.

Durch Stampfen oder Pochen, so wie durch Mahlen auf flachen Steinen ist das Kleinen und Mengen sehr schwer und mit Verlust an Material verbunden, viel rascher und vollständiger und ohne Verstaubung geschieht es in Trommeln, Cylinder von großem Durchmesser, deren Achse, um die sie sich drehen, horizontal liegt. Die Arbeit ist desto ökonomischer und die Kleinung desto vollständiger je größer der Durchmesser und je kleiner die Achse. Ein längeres Bearbeiten in kleinen Trommeln vermag den Mengungen nicht die Innigkeit zu geben, welche große Trommeln in kurzer Zeit hervorbringen. Die Mengung ist um Vieles inniger als bei Stampf- und Mahlvorrichtungen, ohne daß Befeuchtung angewendet zu werden braucht, die nachtheilig wirkt, und theils um Verstaubung zu verhüten, theils Gefahr zu vermeiden, theils das mangelhafte Kleinen und Mengen durch Auflösung des Salpeters zu vervollständigen, hier bedeutend sein muß. (Bis zu 10 Prozent.)

§. 290.

Um das Kleinen zu bewirken, werden außer der zu kleinenden Substanz Metallkugeln aus harter Bronze, Zinn und Arsenik oder Antimon, und zwar bis 3mal so viel an Gewicht als Substanz durch eine Thüre in die Trommel gebracht, und diese dann verschlossen. Für die Kohle allein kann man auch Bleikugeln anwenden. Die Peripherie der Trommeln muß elastisch sein, sonst erhitzt sich die Masse zu stark; sie muß dabei den Stoß der durch die Umdrehung dagegen geschleuderter Kugeln aushalten

Digitized by Google

können. Man bildet sie am besten aus starkem Sohlenleder, dem man eine Unterstützung in 12 dreikantigen Leisten, welche das Gerippe der Peripherie bilden und gegen welche die Kugeln anschlagen, giebt. Besser noch ist es ein starkes aber mit nur feinen Löchern versehenes Metallsieb an die Stelle des Leders zu setzen, wodurch die gekleinten Substanzen gleich durchfallen, und die noch nicht gekleinten dem Schlage der Kugeln, die durch schräge Bretter, welche wie die Schaufeln eines oberschlächtigen Wasserrades gesetzt sind, aufgefangen werden, bloslegen. Bei den ledernen Trommeln setzt man am Ende des Kleinens, nachdem die Trommel einige Zeit still gestanden, damit der schwebende Staub sich niederschlage, ein Sieb an die Stelle der Thüre, und dreht dann langsam um, wodurch die Substanz in einem untergesetzten Kasten fällt. Die Trommeln werden langsam angehend und aufhörend, so rasch gedreht, daß jeder Punkt der Peripherie in der Sekunde 4 bis 5′ durchläuft. Die Füllung nimmt etwa $\frac{1}{3}$ des Raumes der Trommel ein. Die Kugeln erhalten 20 Zinn auf 100 Kupfer, und werden in Sandformen oder Eisenformen gegossen und durch Poliren gerundet. Die Trommel und der Untersatzkasten sind mit einem hölzernen Gehäuse umschlossen, um das Stauben zu verhüten (s. Zeichnung).

§. 291.

Das Mengen in Trommeln geschieht auf gleiche Weise wie das Kleinen, nur daß man bedeutend mehr Masse auf einmal bearbeitet und zuweilen statt der Metallkugeln, die hier nur aus Bronze (75 Kupfer 25 Zinn) bestehn, auch aus Pulvermasse in einer eignen Vorrichtung gepreßte nimmt, um die Gefahr zu vermindern; diese Pulverkugeln werden in dem Maaße fester als sie länger gebraucht werden. — Man würde sich auch beim Kleinen dieser Kugeln an Stelle der metallnen, die beim Abreiben Metall als Schwefelmetall in die Substanz bringen, bedienen, wenn sie nicht bei der geringen Masse der zu kleinenden Substanz zertrümmert würden. Zum Kleinen sind große oder große und kleine zugleich (1″ im Durchmesser), zum Mengen kleine Kugeln ($\frac{1}{3}$″) am vortheilhaftesten. Besser mengend, gefahrloser und wohlfeiler würden die Mengtrommeln sein, wenn man dabei keine Kugeln anwendete, sondern in der blos hölzernen Trommel radienartige Scheidewände mit vielen scharfkantigen Längeneinschnitten anbrächte.

§. 192.

Beim Mengen in Trommeln nimmt das spezifische

Digitized by Google

Gewicht der Masse in dem Grade zu, als die Mengung inniger wird, also bei gleicher Maschine je länger die Bearbeitung fortgesetzt wird, und bei verschieden großen Trommeln, je größer ihr Durchmesser, also die Fallhöhe der Kugeln und die Umdrehungsgeschwindigkeit ist. In Bezug auf die längere Bearbeitung nimmt die Dichtigkeit anfangs rasch, dann immer langsamer zu und erreicht zuletzt ein Maximum. Die größere Innigkeit einer Mengung spricht sich noch ferner theils durch das fettige Anfühlen des Satzes, das mit geringerem Stauben verbunden, theils durch die Fähigkeit desselben sich beim drücken in der Hand zu ballen und feine Eindrücke anzunehmen, aus. In dem Maaße als die Bindung des Satzes schon durch inniges trocknes Mengen erhalten wird, braucht er auch beim Zusammendrücken und Körnen weniger Wasser zu erhalten, was für die Konsistenz, die Aufbewahrungs- und die Transportfähigkeit des fertigen Pulvers von großem Vortheile ist. Der Einfluß, den die gute Kleinung auf die Verbrennungszeit hat, scheint besonders bei geringem spezifischen Gewichte der Masse sichtbarer hervorzutreten.

§. 193.

Zu den feineren und theureren Pulversorten kleint man feiner und mengt inniger, als zum Kriegspulver; man erreicht dies durch längere Bearbeitung und Verminderung der auf einmal bearbeiteten Masse.

Zusammendrücken.

§. 294.

Das Zusammendrücken der gemengten Masse kann schon in das letzte Stadium des Kleinens und Mengens fallen, oder erst nach vollendeter Mengung statt finden.

§. 295.

Ein Theil der durch das Zusammendrücken gewonnenen Dichtigkeit der Masse geht für das fertige Pulver wieder verloren, wenn die Masse bei dieser Operation Wasser erhält, was später fortgeschafft werden muß. Dadurch wird der Raum, den das Wasser einnahm, nun von Luft erfüllt und da das Wasser, um es zu entfernen, in Gas verwandelt werden muß, was viel größeres Volumen hat als das flüssige Wasser, und der in dem Wasser aufgelöst gewesene Salpeter mit großer Kraft seine Kristallform annimmt, und die andern Theile verschiebt, so lockert diese Umwandlung die Masse wieder auf. Der Verlust an Dich-

Digitized by Google

tigkeit wird um so bedeutender sein, je mehr Wasser die Masse während des Verdichtens erhielt. Die Verdichtungsmethoden werden daher um so weniger Effekt geben, als das Mittel, das sie zur Verdichtung anwenden, eine größere Befeuchtung erforderlich macht. Ja sogar die Jahreszeiten haben hierdurch, indem sie wegen des schnelleren oder langsameren Austrocknen des Satzes eine größere oder geringere Befeuchtung bei ein und derselben Methode erfordern, Einfluß auf die Lockerheit der Masse, deshalb ist das im Winter gefertigte Pulver konservirbarer als das im Sommer in gleichen Maschinen bereitete. — Beim Stampfen der schon gemengten Masse mittelst hölzerner oder metallener Stampfen und Hämmer in hölzernen Mörsern ist große Gefahr und die Verstaubung stark; hier muß daher starke Befeuchtung statt haben, und man ist genöthigt, wenn das auf Stampfen verdichtete Pulver nicht sehr locker werden soll; ihm sehr kleines Korn zu geben. Beim Walzen mittelst 2 schwerer Walzen auf einem horizontalen Lager ist weniger Gefahr. Die Befeuchtung kann hier sehr gering sein, und ein Verdichten unter sehr schweren langsam gehenden Walzen giebt daher (in etwa nur $\frac{1}{4}$ der Zeit) ein viel dichteres fertiges Pulverkorn als das Stampfen. Die Walzmühle vollendet die Mengung, welche in der Trommel nicht die höchste Vollendung erhalten konnte, und giebt erst zuletzt die Verdichtung. Die üblichen Schrauben- oder hydraulischen Pressen stehen ihr daher nach, theils weil hier die Mengung nicht weiter getrieben wird, als die Trommel sie gab, theils weil sie viele nasse Satzschichten zugleich pressen und die Kraft nicht ausreicht, um allen hinreichende Dichtigkeit zu geben. Man muß daher hierbei ziemlich starke Befeuchtung zu Hülfe nehmen, um die Luft auszutreiben, welche die Adhäsion verhindert; trotz dieser Befeuchtung ist aber die Verdichtung immer noch nicht genügend, und das Wasser vertheilt sich dabei sehr ungleich in den inneren und äußeren Theilen der Schichten (bei stärkstem Drucke fließt es sogar aus), so daß das fertige Korn sehr ungleich dicht wird, und das dichtere Korn beim Transport das lockere zerreibt. Diese viele Schichten auf einmal verdichtende Pressen sind daher viel weniger zweckentsprechend als die Walzen und man bedarf selbst unter den günstigsten Umständen 8mal mehr Zeit. Will man diese Pressen mit Nutzen anwenden, so darf daher nicht blos lose gemengtes, sondern schon auf Walzen bis zum Schluß gemengter verdichteter und wieder gekleinter Satz damit gepreßt werden. Jedenfalls noch vor-

Digitized by Google

theilhafter sind diejenigen Preßvorrichtungen (Laminoir), wo nur eine dünne Schicht auf einmal und zwar mit sehr großer Kraft zwischen zwei Walzen komprimirt wird, wo man also keiner eignen Befeuchtung bedarf. Auch hier ist die Wirkung am günstigsten, wenn man die Masse auf der Walzmühle noch gemengt und vorläufig verdichtet, und sie dann wieder zu Staub zermalmt hat, wobei der entstehende Staub in jedem Theile die erhaltene Dichtigkeit behält, und diesen von Neuem ohne abermalige Befeuchtung auf die genannte Weise preßt. Die Verdichtung würde aber noch größer sein, wenn bei der Pression zugleich eine bis 80 oder 100 ° gesteigerte Temperatur mitwirkte, was sich durch Heitzung der einen oder beiden Walzen mit Wasserdampf ohne wesentliche Erhöhung der Gefahr bewirken ließe.

§. 296.

Bei dem sehr feinen Pulver (Jagdpulver) wird, um die höchste Dichtigkeit zu erreichen, das Verdichten jedenfalls mehrmals wiederholt, und zwar entweder der Pulverkuchen, der auf der Walzmühle erzeugt war, zu Staub zermahlen oder abermals auf der Walzmühle verdichtet. Für das allerfeinste Pulver wird dieser Kuchen gekörnt, der Staub abgesondert und blos das Korn, also das Dichteste unter dem Laminoir nochmals trocken in Kuchen umgewandelt und diese wieder gekörnt; dies wiederholt man beim feinsten Pulver 6- bis 8mal. Das Walzwerk wird daher für Kriegspulver, das Laminoir für Jagdpulver das zweckmäßigste Verdichtungsmittel sein, für Kriegspulver würde die Arbeit mit dem Laminoir wohl zu kostbar sein.

§. 297.

Bei den Walzwerken wird die Verdichtung bei gleicher Arbeitszeit um so größer, je schwerer (bis zu 5000 Pfund jede Walze) und glätter die Walzen und das Lager sind, je langsamer sie gehn (5 — 14′ in der Sekunde), je weniger Satz auf einmal aufgegeben wird, je weniger Wasser zuletzt im Satze befindlich ist. Wenn die beiden ersteren Bedingungen bei der Einrichtung der Maschine festgestellt sind, so liegen die beiden letzten in der Hand des Arbeiters. Das Minimum des auf einmal aufzugebenden Satzes wird dadurch gegeben, daß die Bahn, auf der die Walzen laufen, so breit die Walzen wirken, an allen Stellen mindestens $\frac{1}{2}$″ hoch belegt sei, die Menge des Wassers beim Verdichten ist dadurch festgestellt, daß der Satz, so lange das weitere Mengen dauert, breiartig ist, und sich unter den Walzen ausquetscht, beim Verdichten aber so weit abnimmt,

Digitized by Google

daß der Satz fest wird, aber niemals bis zum Stauben kommt. Je nach der Trockenheit der Luft wird daher die Befeuchtung eine andere sein müssen. Auch wird der blos wieder zu verdichtende, von früheren Operationen gefallene Staub weniger Befeuchtung fordern als neuer Satz, weil er schon gemengt und verdichtet, und daher weniger zum Verstauben geneigt ist. Jeder Satz bedarf überhaupt in dem Maaße als die Mengung inniger wird, weniger Wasser, um die feuchtige Konsistenz zu haben.

§. 298.

Die Menge Wasser, welche nothwendig dem Satze auf den Walzen zu geben, muß sehr gleichmäßig vertheilt sein. Man läßt daher den aus der Mengung in Trommeln trocken kommenden Satz nach der Befeuchtung, mehrere Stunden liegen und ihn dabei oft umwenden, damit das Wasser recht gleichmäßig durchziehe. Das während der Arbeit zuzugebende muß aus sehr fein durchlöcherten Sieben strömen, oder besser noch als Dampf die Pulvermasse treffen.

§. 299.

Die Arbeitszeit auf Walzmühlen wird verschieden ausfallen, je nach der Trockenheit der Luft (indem das Verdichten um so langsamer geht, je schneller das Anfeuchtungswasser verdampft) und je nach der Innigkeit der Mengung und der Verdichtung, welche der Satz hat. Je inniger die Mengung, desto leichter ist die Verdichtung. Die Walze arbeitet jedenfalls am vortheilhaftesten, wenn die Mengung des Satzes, der aufgebracht wird, schon so weit beendet ist, als es die Mengapparate irgend zulassen. Es kostet, wenn die Mengung noch sehr unvollständig ist, fast doppelt so viel Zeit als die Mengtrommel bedurft hätte, dem Satze unter der Walze gleiche Mengung zu geben. Je mehr von früheren Operationen gefallnen Staub man dem frischen Satze zugiebt, desto kürzer braucht die Bearbeitungszeit zu sein. Es ist bei sehr geübten Arbeitern nicht nöthig, jedesmal einen eignen Versuch, ob die richtige Dichtigkeit erlangt sei, vorzunehmen, doch muß in dieser Beziehung eine Kontrolle statt finden; dies geschieht am leichtesten, wenn man aus einem Stück Pulverkuchen durch eine kleine Vorrichtung einen Würfel von bestimmter Größe schneidet und ihn wägt.

§. 300.

Das Laminoir arbeitet rasch und giebt sehr große Verdichtung; der Satz braucht nicht feuchter zu sein, als er vor den vorhergehenden Operationen ist.

Digitized by Google

Körnen.

§. 301.

Es giebt zwei verschiedene Körnungsarten. Die erste zerschlägt die Pulverkuchen zu scharfkantigen Stücken, welche durch spätere Operationen mehr oder weniger abgerundet werden. Die zweite bildet aus dem Satze, wie er aus den Mengtrommeln kommt, ganz runde Körner. Bei der letzten Methode hat es noch nicht zur Genüge gelingen wollen, dem losen Korn durch spätere Operationen größere Dichtigkeit zu geben. Diese Körnmethode ist daher für Pulver zu größeren Waffen nicht anzuwenden, da es zu rasch verbrennt und die Waffen beschädigt.

§. 302.

Die scharfkantigen Körner werden alle auf die Weise erhalten, daß der noch etwa 3 bis 9 Prozent Wasser haltende Pulverkuchen auf sich schnell bewegenden Sieben oder durchlöcherten Platten, oder dicht aneinander stehenden Holzleisten mittelst auffallenden metallenen schweren Scheiben, Kugeln u. s. w. zerbrochen und durch die Oeffnungen durchgetrieben wird. Die erhaltenen Stückchen werden entweder erst in späteren Operationen nach ihrer Größe sortirt und von dem gebildeten Staube gesondert, oder es geschieht dieß gleich von selbst unmittelbar nachdem die Stückchen durch die Oeffnungen gekommen. Diese sind, um die Arbeit zu erleichtern, gemeiniglich größer als die größten Körner sein sollen, die Stückchen, welche nun größer sind als das geforderte größte Korn, werden abgeschieden, und entweder in einer zweiten Operation wieder dem Körnen unterworfen, oder wenn die Sortirung gleich mit beim Körnen vor sich geht, werden die zu großen Stücke zuweilen durch den Apparat selbst der Körnvorrichtung von Neuem zugeführt.

§. 303.

Je nasser die Kuchen noch sind, desto weniger Staub fällt, und desto gefahrloser ist die Arbeit, aber desto lockrer wird das Korn beim Trocknen und desto mehr Staub giebt das Pulver nachher. Man läßt daher die Pulverkuchen da, wo sie sehr naß aus der letzten Verdichtungsoperation kommen, erst an der Luft 1 bis 3 Tage trocknen, ehe man sie körnt, 3 Prozent Wasser sind genügend. Sind die Pulverkuchen sehr fest, so kleint man sie mit Handhämmern, ehe man sie auf das Sieb bringt oder körnt sie in sehr weitlöchrigen Sieben vor, um die eigentliche Operation abzukürzen, und nicht zu dichte Körner zu bekommen (?). Lockere

Digitized by Google

Pulverkuchen werden durch das Aufschlagen der schweren Körper, welche die Masse durch die Oeffnungen treiben sollen, sehr verdichtet. Man kann daher bei lockerer Masse die Körnoperation zur weiteren Verdichtnng benutzen, und schlägt deshalb die lockeren Kuchen nicht schon vorläufig entzwei. Will man dagegen ein lockeres Pulver, so zerschlägt man die Kuchen möglichst klein, so daß sie rasch durch das Körnsieb gehn. Jedenfalls ist das Körnen eine der gefährlichsten Operationen der Pulverbereitung; und zwar steigt die Gefahr in dem Maaße, je geringer die Masse auf den Sieben wird. Es ist daher vortheilhaft, das Sieb, auf welchem das Körnen geschieht, voll zu halten, und die abgehende Pulvermenge zu ergänzen, also sie während der Arbeit fortdauernd füllen zu lassen. Auch muß man die Siebe oft (alle halbe oder ganze Stunde) reinigen.

§. 304.

Die Siebe, durchlöcherte Platten u. s. w. sind meist in der Form gewöhnlicher Siebe, und werden dann unmittelbar mit der Hand hin- und herbewegt (zuweilen werden sie blos nach einer Richtung gestoßen, und von da durch elastische Vorrichtungen in entgegengesetzter zurückgeworfen), oder es stehen mehrere Siebe auf einem Rahmen, der in Seilen frei hängt, und geschleudert oder auch durch einen Krumzapfen in Bewegung gesetzt wird. In neuerer Zeit bilden die Siebe auch die Peripherie einer sich umdrehenden Trommel.

§. 305.

Die Bewegung der Siebe muß in gewissen Grenzen bleiben, die nach der Größe der Siebe, der Schwere der auffallenden Körper, der Kleinheit der Oeffnungen verschieden sind. Geht das Sieb zu rasch, so wird theils die Gefahr vermehrt, theils bildet sich zu viel Staub und zu wenig Korn; geht es zu langsam, so erhält man zu viel große Körner, welche eines zweiten Körnens, das wieder Staub giebt, bedürfen. Die Zahl der Umdrehungen ist 60 bis 70mal in der Sekunde, man erhält dann $^{2}/_{3}$ des Kuchens als Körner.

§. 306.

Die eigentlichen Siebböden sind von Messingdraht, Bast- oder Wurzelfasern, Rohr, die durchlöcherten Platten von Kupfer, Pergament, Leder; von den Sieben reinigen sich die metallenen am leichtesten, auch halten sie am wenigsten Staub zurück. Die Kupferplatten belegen sich bald mit Schwefelkupfer und geben dann ein sehr glattes Korn. Die

Digitized by Google

pergamentnen werden, wenn die Pulverkuchen sehr hat und die Körner daher sehr scharfkantig sind, leicht durchschnitten, auch leiden sie sehr von Feuchtigkeit. Da sich die Löcher des Siebes dabei ausweiten, so müssen diese bei pergamentnen oder ledernen Siebböden kleiner sein als bei Metallgeweben, wenn Pulver von gleich großem Korn erhalten werden soll (etwa um $\frac{1}{5}$ größer) Die pergamentnen Siebböden müssen mittelst Maschinen gebohrt werden, damit sie vollkommen gleich seien.

§. 307.

Die Körntrommeln sind von eigenthümlicher Einrichtung. Für gewöhnliche Walzmühlkuchen wendet man einen horizontalen Cylinder an, dessen Mantel aus Metallgase besteht. Der Kuchen wird vermittelst eines Trichters, der in eine der flachen Seiten des Cylinders einmündet, eingebracht, und von 20 hölzernen Kugeln von 0,04 M. Durchmesser gekleint. Die Körner fallen durch die Gase auf untergestellte, durch die bewegende Kraft geschüttelte Siebe, welche sie weiter sortiren. Die Kuchen des Laminoirs sind für diese Operation zu hart, und der Apparat ist dann künstlicher. Er besteht wie der obige aus einer Trommel von 3,4′ Durchmesser, deren Peripherie aus einzelnen stückweise als Rahmen einzusetzenden Metallsieben zusammengesetzt ist. Diese Trommel wird durch eine starke horizontale Achse, die an der einen Seite nicht durchgeht, sondern innerhalb der Trommel an einem starken Bügel befestigt ist, gehalten und umgedreht. An dieser Seite ist eine runde Oeffnung in dem Brette und in diese mündet ein krummer senkrecht aufsteigender Trichter, in welchen unmittelbar oder durch ein Schüttelwerk (wie in den Mehlmühlen) der Pulverkuchen zu und in die Trommel geführt wird. In der Trommel ist ein aus hölzernen in die beiden Seitenflächen eingesetzten Stäben gebildeter cylindrischer Käfig, in welchem der Satz fällt. Dieser Käfig hat 2,8′ Durchmesser, und die Stäbe lassen Zwischenräume von 0,002 M. Breite. In ihm befinden sich 8 bis 10 Kil. Zinnkugeln (von der Größe der Gewehrkugeln). Diese zerschlagen beim Umdrehen der Trommel den Satz an den Stäben, die kleinsten Stücke fallen durch die Zwischenräume auf die Metallgase; die feineren fallen auch hierdurch hinab auf mehrere schräg gestellte und durch ein Schüttelwerk bewegte Siebe, wodurch sie sortirt werden. Die Stücke, welche noch zu groß sind, um durch die Metallgase der Trommel zu fallen, werden durch eine kupferne schräge Bahn, welche vom inneren Käfig bis an

Digitized by Google

die Peripherie reicht, und der Drehungsrichtung der Trommel entgegensetzt ist, in den Käfig zurückgeführt, indem die Centrifugalkraft sie an der schrägen Bahn hinaufführt. Sie werden dort von Neuem gekleint. Die ganze Trommel ist mit einem hölzernen Gehäuse umgeben. Sie macht in einer Minute 30 Umdrehungen und kleint in 24 Stunden 200 Pfund Jagd- oder 100 Pfund Kriegspulver. — Man kann diese Maschine auch langsam gehen lassen, was bei andern Körnmethoden nicht wohl angeht, man kann dadurch die Gefahr verringern und daher auch allenfalls ganz trockne Kuchen körnen, namentlich wenn man hölzerne mit Blei ausgegossene Kugeln anwendet. — Man bedient sich des Körnzylinders auch, um die Pulverkuchen für das Laminoir zu kleinen. Sie verarbeiten in 10 Stunden 600 Pfund. Diese Körntrommeln arbeiten rascher und gefahrloser als die kleinen runden, sind zwar in der ersten Beschaffung theuer, verdienen aber unbedingt den Vorzug.

§. 308.

Das Sortiren geschieht bei allen diesen Vorrichtungen durch verschieden weite Siebe. Das erste scheidet die noch zu großen Stücke ab, dann folgen so viel immer enger werdende Siebe als man in Korngröße verschiedene Sorten verlangt. Der Staub fällt durch alle Siebe durch bis auf den untersten nicht durchlöcherten Boden. Die zu großen Stücke werden von Neuem gekörnt, die Verarbeitung des Staubes soll später angegeben werden. Das Ausstauben wird zuweilen nochmals in besondern Vorrichtungen wiederholt.

§. 309.

Die Vorrichtung, um ganz runde Körner aus losem Pulversatze zu bereiten, besteht aus einer um die Achse beweglichen Trommel, in welche man die kleinsten Körner der vorigen Operation giebt, diese befeuchtet, trocknen Satz zugiebt und nun die Trommel bewegt, wo sich dieser in Schichten an die Körner anlegt.

Das Poliren.

§. 310.

Das Poliren faßt mehrfache Veränderungen des Korns zusammen:

1) Das eckige Korn wird runder und kleiner; man kann auf diese Weise aus den eckigen Stücken des Pulver-

Digitized by Google

kuchens ganz runde Körner erhalten, und ein grobkörniges Pulver in ein feinkörniges umwandeln.

2) Das Korn erhält ein größeres spezifisches Gewicht (bis 0,025 mehr), man kann daher einem zu lockeren Pulver dadurch größere Dichtigkeit geben.

3) Die durch das Zerbrechen des Pulverkuchens entstandene rauhe Oberfläche des Korns wird glatt, seine Anfaugungsfähigkeit vermindert, und das Anbacken der Körner aneinander mehr verhütet.

Jedenfalls entsteht bei dieser Operation viel Staub, der nachher wieder fortgeschafft werden muß. Die Farbe des Korns wird dunkler. Wenn schon fertiges trocknes Pulver gerundet, feinkörniger gemacht oder verdichtet werden soll, muß es, obwohl sich auch trocknes Pulver verdichten läßt, doch wegen der Gefahr wieder 2 bis 3 Prozent Wasser erhalten, was am besten geschieht, wenn man Wasserdampf hindurchstreichen läßt.

§. 311.

Die Operation des Polirens des Pulvers geschieht jedenfalls auf die Weise, daß ein Korn das andere reibt, aber man wendet entweder Umhüllungen an, deren Wände biegsam sind, und auf unebenen Flächen gerollt werden, oder feste Trommeln, die man um ihre Achse dreht. Bei der erstern Art wendet man Kanevassäcke zu 1 Ctr. Pulver an, die um eine Röhre befestigt sind, welche auf einer horizontalen an einem sich drehenden Pfeiler eingefugte runde Achse aufgesteckt werden, und sich beim Drehen des Pfeilers auf einem runden mit stumpfen Leisten radienartig besetzten Tische 14- bis 20mal in der Minute wälzen. Diese Methode ist vortheilhaft für die Zwecke ad 1 und 2 vorigen §., je größer das spezifische Gewicht werden soll, desto kleinere Säcke wendet man an (etwa zu 20 Pfd.) und dreht lange, bis 2 Stunden, während sonst nur $\frac{1}{4}$ Stunde gerollt wird. Die Methode mit Trommeln ist für das bloße Poliren des Korns vortheilhafter. Will man Verdichtung in Trommeln erhalten, so muß man sie nur halb füllen, und sie erst langsam dann mit immer steigender Geschwindigkeit drehn. Die Trommeln sind 5 — 10′, lang in der Mitte etwa 32″, an den Enden 24″ im Lichten weit. Sie fassen bis zu 2 Ctr. Man dreht 5 — 24 Stunden mit 20 bis 40 Umdrehungen in der Minute, so daß ein Punkt an der Peripherie am weitesten Theil der Trommel etwa 4′ macht. — Soll das Pulver verdichtet werden, so muß es so feucht sein, wie es

Digitized by Google

vom Körnen kommt. Soll es aber sehr blank werden und es nach dem Trocknen bleiben, so muß es beim Poliren schon möglichst wasserleer sein, man läßt es daher ausbreiten und halb abtrocknen, und man muß es nach dem Poliren in der Trommel abkühlen lassen, ehe es an die Atmosphäre kommt, Es ist vortheilhaft, einen Theil schon getrocknetes Pulver mit 2 Th. ungetrocknetem zu mengen — Erwärmung begünstigt das Poliren sehr, eben so eine an den Wänden der Trommel sich bildende Pulverkruste.

Das Trocknen.

§. 312.

Beim Trocknen wird das Wasser fortgeschafft, welches während den vorhergehenden Operationen, zur Verhütung des Verstaubens, zur Erhöhung der Mengung, zum Binden der Masse und Verhütung der Gefahr zugegeben werden mußte. Je mehr Wasser vorhanden ist, und je mehr Spannung der entweichende Dampf hat, desto spez. leichter wird das Korn, desto lockerer, zerreiblicher, desto mehr Politur verliert es, in demselben Maaße wird es also bei der Aufbewahrung mehr Feuchtigkeit aufnehmen, und beim Transport Staub bilden. Solches Pulver kann bald nach dem Trocknen sich sehr kräftig zeigen, es verdirbt aber bald. Je höher die Temperatur beim Trocknen ist, desto mehr Salpeter führt das entweichende Wasser an die Oberfläche des Korns, desto mehr entmischt, also weniger wirkend und schwerer entzündlich wird es. Auch mehrt sich in gleichem Maaße der Abgang beim Ausstauben nach dem Trocknen.

§. 313.

Das Trocknen an der Luft, welches die geringste Spannung des entweichenden Wassergases geben würde, hält unter gewöhnlichen Umständen so lange auf, daß es sehr großer Trockenräume bedarf; z. B. das Trocknen an der Sonne giebt schon Spannung, und man ist in der Zeit zu sehr beschränkt. Trocknen im Luftzuge führt Staub herbei, wenn der Zug natürlich ist, und kostet Arbeitskraft, wenn man ihn in verschlossenen Räumen künstlich erzeugt. Höhere Erwärmung der Luft durch Heitzung irgend welcher Art ist jedenfalls unvortheilhaft. Geht die Trocknung einigermaaßen rasch, so sieht man nachher mit bewaffnetem Auge auf der polirten Fläche Risse. Trocknen in künstlich wasserleer

Digitized by Google

gemachter Luft von etwa 12 bis 15° R. ist daher die im Ganzen vortheilhaftere Methode. Man stellt deshalb das Pulver am besten in innerlich mit Holz bekleideten Gebäuden mit Thonfußboden in, von verzinntem Blech gefertigten flachen Schaalen auf, und setzt auf den Boden große flache Gefäße mit Chlorcalcium. Ist dies zerflossen, so glüht man es beim Vorbereiten der Materialien (Kohlenbrennen, Schwefel- und Salpeter-Läutern) in Tiegeln wieder aus. Diese Methode ist wohlfeil, völlig gefahrlos, durch die Schaalen fällt kein Staub herab, das Pulverkorn behält sein Volumen und seinen Glanz fast unverändert, und eine Entmengung ist gänzlich vermieden.

§. 314.

Es ist nicht vortheilhaft, das Pulver beim Trocknen wiederholt umzurühren, um die untengelegenen noch feuchteren Körner nach oben zu bringen. Man zerbricht dabei viel Körner und erhält vielen Staub. Man lege das Pulver in nur sehr dünne Schichten, dann bedarf es des Umrührens nicht.

§. 315.

Es ist nöthig, sich zu überzeugen, daß das Pulver, wenn man es herausnehmen will, wirklich trocken sei. Eine Probe von 300 Gran im Sandbade bei 40° R. eine Viertelstunde erhalten, darf nicht mehr als bis ½ Gran an Gewicht verlieren.

§. 316.

Das getrocknete Pulver muß jedenfalls noch einmal ausgestaubt werden, weil der Staub begierig Feuchtigkeit auffaugt.

Das Sortiren.

§. 317.

Wird das Sortiren nicht unmittelbar mit dem Körnen verrichtet, so geschieht es nach dem Trocknen mit dem letzten Ausstauben. Es wird dann auf mehreren übereinander stehenden Sieben, wovon jedes in entgegengesetzter Richtung geneigt ist, verrichtet, oder in Sieben, welche den Körnsieben ähnlich sind. Jeder Siebboden schüttet auch hier sein Pulver gleich in einen besonderen Kasten aus. Den Sieben wird durch eine bewegende Kraft eine zitternde Bewegung gegeben.

Digitized by Google

§. 318.

Das letzte Ausstauben geschieht in einem schräge liegenden Trommelsiebe (12′ lang, 18″ weit) oder auf hin- und herwiegenden Sieben, die von Pergament oder Metallgaze sind. Das erstere hat übrigens ganz die Einrichtung, die §. 287. angegeben ist. Man kann in der Stunde 250 Pfd. ausstauben und hat etwa 12 Prozent Staub. Es ist vortheilhafter, das Pulver dabei so einzuschließen, daß der Staub abgesondert wird, aber sich nicht wieder ansetzen kann, und das Pulver in einem staubfreien Raume einzufüllen und herauszunehmen. Das Ausstauben muß so lange wiederholt werden, bis eine Probe einem starken Luftgebläse ausgesetzt keinen Staub mehr fahren läßt.

Behandlung des Staubes.

§. 319.

Der bei der Pulverfabrikation in den verschiednen Abschnitten sich ergebende staubförmige Abgang beträgt einen sehr großen Theil des ganzen Satzes und muß daher mit Sorgfalt gesammelt und wieder verarbeitet werden. Ist seine Zusammensetzung nicht verändert, so giebt er bei neuer Verdichtung ein immer festeres Korn, und es scheint als wachse dies bis zur 8maligen Umarbeitung. Um bei dauernder gleichmäßiger Fabrikation einer Pulversorte keine Ungleichheit zu erhalten, ist es vortheilhaft, den Staub in immer gleichem Verhältniß mit frischem Satze vermischt zu verarbeiten.

§. 320.

Der Staub ist meist von etwas verschiedner Zusammensetzung als die ursprünglich für den Satz angewendete. Gemeiniglich enthält er mehr Kohle, weil diese spezifisch leichter ist als die andern Substanzen, daher leichter verstaubt. Hat man aber das Pulver bei einer Operation sehr naß gemacht, dabei nicht fortdauernd gemengt und wird der Satz, wenn er trocken wird, verarbeitet, so enthält der entstehende Staub mehr Salpeter als der Satz, weil das verdunstende Wasser mehr Salpeter an die nun verstaubende Oberfläche geführt hat.

Digitized by Google

Uebersicht.

§. 321.

Nach dem Obengesagten sind die vortheilhaftesten Methoden zur Pulverbereitung jetzt folgende:

a) die Substanzen werden in Trommeln mit großen Metallkugeln gekleint und zwar Schwefel und Kohle zugleich dabei gemengt.

b) Das Mengen geschieht in möglichst großen Trommeln mit kleineren Metall- oder Pulverkuchen-Kugeln, und wird bis zur größterreichbaren Innigkeit fortgesetzt. Im Nothfall kann das Pulver für große Kaliber in diesem Zustande gebraucht werden, wenn es nicht aufbewahrt und transportirt zu werden braucht. Eine große Mengetrommel wäre daher zu Bereitung und Umarbeitung von Pulver und Feuerwerkssatz (s. §. 347) in Festungen ein sehr nützlicher Apparat.

c) Das Zusammendrücken geschieht auf Walzmühlen mit schweren glatten Läufern und sehr langsamer Bewegung; Je besser und feinkörniger das Pulver sein soll, desto öfter wird der Kuchen wieder in Trommeln mit Kugeln gekleint und von Neuem verdichtet, für feinstes Jagdpulver zuletzt fast trocken mit dem Laminoir.

d) Das Körnen geschieht in kleinen Fabriken in runden Sieben auf Schwungrahmen, in großen in den trommelartigen Sieben.

e) Das gekörnte Pulver wird gerundet, verdichtet und polirt in Trommeln,

f) dann in trocknen Gebäuden mittelst Chlorcalcium getrocknet.

g) Sorgsam sortirt und in cylindrischen Sieben ausgestaubt.

§. 322.

Die Produktionsquanten sind nicht genau anzugeben. Wenn man die Angaben von Morin über die französischen Methoden zum Grunde legt, so bedürfen 100 Pfd. Pulver (Kriegspulver).

Beim Stampfwerk:

zum Stampfen	52	Stunden	0,8 Pferdekraft.
Körnen	$6\frac{2}{3}$		0,3
Trocknen	$1\frac{1}{3}$		0,9
	60		2,0

Digitized by Google

Bei Mengtrommeln und Walzen, Körntrommel:

Kleinen	4 1/5	Stunde	2,1 Pferdekraft
Mengen	2 1/5		1,95
Walzen	2		2,93
Körnen	6 3/5		0,3
Trocknen	1 1/5		0,9
	16 4/5		8,18

Die neueren Methoden bedürfen also etwa so viel mehr Kraft als sie weniger Zeit brauchen als die alten, in dieser Beziehung stehn sie also ziemlich gleich. Dagegen ist ihr Produkt viel besser. Jagdpulver bedarf zum Kleinen, Mengen, Walzen und Körnen 3- bis 4mal so viel Zeit.

Die Champysche Methode für rundes Pulver ist die in Bezug auf Zeit und Kraft bei weitem vortheilhafteste, allein sie verdichtet ihr Pulver weniger, was bei andern Operationen grade den größten Theil der Zeit absorbirt und doch für Konservation der Waffen, Aufbewahrung und Transport unentbehrlich ist. Will sie das Pulver durch Rollen verdichten, so geht die Arbeitsersparniß ziemlich wieder verloren.

Benutzen verdorbenen Pulvers.

§. 323.

Das Pulver verdirbt nur, wenn es Wasser aufnimmt, sei es durch Ansaugung oder durch Befeuchtung. Ein Verderben durch Erhitzung kann nicht statt haben, da diese erst, wenn sie 40 bis 50° erreichte, kleine Mengen Schwefel verflüchtigen könnte, und sogar ein wirkliches Schmelzen des Schwefels dem Pulver vortheilhaft, aber nicht nachtheilig sein würde.

§. 324.

Eine Feuchtigkeitsmenge von 5 Prozent macht das Pulver sichtlich dunkler; zu großem Geschütz kann solches Pulver noch ohne wesentlich geringere Wirkung als trocknes verwendet werden. Ja sogar im Probirmörser ist die Wirkung noch nicht merklich geringer, wenn das Pulver beim Feuchtwerden bis zum Verschießen ganz ruhig gelegen nicht durch Reiben Staub gebildet hat, und wenn es während des Feuchtliegens noch nicht wieder ganz oder theilweise getrocknet ist, wodurch eine Entmengung durch Auskristallisiren von Salpeter statt haben würde. Bei 7 Prozent

Digitized by Google

ist das Trocknen noch mit Chlorcalcium ausführbar, und das Pulver, wenn ihm einige Prozente Wasser entzogen, für großes Geschütz, und wenn es wieder gut getrocknet, für jede Waffe brauchbar (auch hier vorausgesetzt, daß es so feucht nicht transportirt werde), doch hält es sich selbst getrocknet bei Transport und Aufbewahrung nicht mehr gut. Bei 8 Prozent Wasser backen die Körner zusammen zu Kuchen (daher die technische Bezeichnung Verkucken) und färben ab, geben also vielen Staub. Soll solches Pulver wieder brauchbar werden, so muß man es von Neuem mengen, verdichten und trocknen; bei augenblicklichem Gebrauch kann man es trocknen, zerschlagen in Mengtrommeln zu Staubpulver kleinen und für große Kaliber möglichst bald anwenden; jedenfalls giebt es für kleinere Waffen, selbst wenn es ganz umgearbeitet ist, (besonders wenn es lange feucht gewesen ist) geringere Wirkung*) als neues Pulver, wie es scheint weil die Kohle weniger entzündlich geworden. Bei 13 und 15 Prozent Wassergehalt hat das Pulver schon keine Festigkeit mehr und bei 20 Prozent ist es breiartig. Es hat dann immer schon Salpeter verloren, wenn die Flüssigkeit Auswege fand; wenn dieser auch ansetzt und das Pulver fast getrocknet und ganz von Neuem bearbeitet wird, so bleibt das Pulver doch höchstens für große Kaliber brauchbar, und es ist, wenn nicht Umstände obige Benutzung gebieten, ökonomisch vortheilhafterer den Salpeter auszuziehn, und Schwefel und Kohle verloren zu geben.

§. 325.

Die vortheilhafteste Methode des Auslaugens ist folgende: Man ermittelt für die anzuwendenden Apparate ein für allemal, wie weit Wasser von gegebner Temperatur eine halbe Stunde auf dem Pulver gelassen, beim Abfließen an Temperatur verliert. Man berechnet dann wie viel Wasser dieser Temperatur erforderlich ist, um den in der gegebenen Pulvermenge enthaltnen Salpeter aufzulösen. So viel Wasser gießt man nun auf die höchste Temperatur gebracht auf das Pulver, läßt es eine halbe Stunde zugedeckt stehn, und gießt dann behutsam eben so viel lauwarmes Wasser über das Pulver, öffnet unten und läßt dieselbe Quantität ablaufen. Man wird dann fast die ganze Quantität Salpeter in sehr konzentrirter beim Erkalten Salpeter ausschei-

*) Es giebt $\frac{1}{10}$ weniger Wurfweite im Probirmörser, und $\frac{1}{4}$ weniger Perkussionskraft im Gewehr.

Digitized by Google

dender Auflösung erhalten. Nimmt man sehr heißes Wasser, ist der Apparat sehr schlecht wärmeleitend und erkaltet man die Auflösung stark, so wird immer schon ohne weiteres Versieden die größere Menge des Salpeters erhalten. — Man wäscht den Rückstand noch mit sehr heißem Wasser aus.

§. 326.

Man kann auch auf folgende Art verfahren: Man gießt auf das dicht gedrückte Pulver so viel lauwarmes Wasser auf, als eingesogen wird; man läßt es so einige Stunden stehn. Dann gießt man eben so viel Wasser auf und öffnet, wenn alles Wasser darauf ist, unten die Tonne; die gesättigte Auflösung wird nun vom reinen Wasser nach unten ausgedrängt, ohne daß es sich damit mischt. Sobald eben so viel unten abgeflossen als oben aufgegossen worden, schließt man die Tonne wieder, läßt wieder einige Stunden stehn und wiederholt die Operation; kömmt endlich eine Auflösung, die nicht mehr ein spez. Gewicht von 1,02 hat, so benutzt man diese zum Aufgießen auf eine neue Menge Pulver. Alle Laugen, die mehr als 1,02 spez. Gewicht haben, werden zusammengegossen und versotten.

Aufbewahren des Pulvers.

§. 327.

Beim Aufbewahren des Pulvers kommt es darauf an:

1) zu verhüten, daß das Pulver keine Flüssigkeit einsauge,
2) daß es nicht zu Staub gerieben werde,
3) daß es sich nicht entzünde.

§. 328.

Ist das Pulver gut, und sind die Lokale nicht sehr feucht, so nimmt das Pulver mehrere Wochen frei darin ausgelegt, nur 1½ bis 2,2 Prozent auf, ist das Lokal aber sehr feucht, so kann es in 8 Tagen bis 18 Prozent aufnehmen. Je loser das Pulver liegt und in je kleineren Mengen, desto leichter wird es feucht. Papier schützt etwas, Leinwand etwas mehr, am meisten schützt von den organischen Substanzen thierische Wolle. — Holz giebt leicht Feuchtigkeit an Pulver ab.

§. 329.

Wenn Pulver nur 1 bis 2 Prozent Feuchtigkeit einsaugt, so geschieht dies ohne Vergrößerung seines Volumens,

Digitized by Google

also ohne Auflockern. Es tritt in den Zustand zurück, in dem es vor dem Trocknen nach der letzten Verdichtungsoperation war, und ein Verfahren, wie es beim Trocknen angegeben, wird das Wasser entfernen, ohne das Volumen zu vergrößern. — Saugt das Pulver mehr Wasser ein, so nimmt es an Volumen zu, ein bloßes Trocknen stellt es nicht auf die frühere Beschaffenheit zurück. Es müßte erst des Wassers mehr entleert, dann wieder verdichtet, und hierauf fertig getrocknet werden. In dem Maaße als das Wasser zunimmt, löst es mehr Salpeter auf, setzt diesen beim Trocknen ungleichmäßig wieder, besonders an der Oberfläche, ab, stört die Innigkeit der Mischung und macht das Korn schwerer entzündlich. Dies wird, wenn das Wasser 8 und mehr Prozent betragen, schon so merklich, daß die Wurfweiten bei sensiblen Waffen nach dem Trocknen kleiner bleiben, obwohl das Korn lockerer, also verbrennlicher geworden. Ist Pulver daher erst bis zu diesem Grade von Feuchtigkeit gekommen, so ist das Trocknen nur vorübergehend schwach verbessernd, das locker gebliebene Pulver wird bald neues Wasser aufnehmen, dies wird von Neuem Salpeter auflösen und die Innigkeit noch mehr stören, während das zuerst darin gewesene Wasser wenigstens schon mit Salpeter gesättigt war, und das Uebel nicht mehr verschlimmern konnte. Trocknet man daher Pulver, das bemerkbar feucht ist, an der Sonne, so wird es binnen Kurzem wieder so naß aber schlechter gemengt sein, als es vorher war, es wird daher bei jedem Sonnen schlechter, um so mehr, da es bei dem Ausschütten Staub bildet, der nicht entfernt werden kann, und die Ansaugungsfähigkeit vergrößert. Dabei ist großer Verlust an Pulver an Gefäßen, eine sehr beschwerliche und nicht gefahrlose Arbeit.

§. 330.

Es kommt also darauf an, zu verhüten, daß das Pulver Feuchtigkeit ansaugen kann. Hölzerne Fässer haben immer Ritze, Holz und der etwa angewendete zwillichne Sack sind hygroskopisch, nehmen Wasser aus der Luft und geben es an den inneren Flächen wieder an die noch hygroskopischern Pulverkörner ab. Also Verschluß in nicht hygroskopischen Substanzen, z. B. in Metall ist allein schützend.

§. 331.

Metallgefäße werden theuer, wenn sie so dick sein sollen, daß sie hinreichenden Widerstand gegen Stöße, Druck u. s. w. leisten. Dünne Metallkasten in hölzernem Futteral sind daher am geeignetsten. Gutes Weißblech ist

das wohlfeilste Material zu den Metallkasten, und das Zinn, daß sich nur schwer mit dem Schwefel verbindet, zerlegt das Pulver nicht, wie es die sonst angewendeten Kupfer-, Bleiplatten u. s. w. thun Der Deckel ist flach, paßt genau in den Kasten, und der eingreifende Rand wird mit einem Gemenge von Wachs und Talg beschmiert, damit er beim Einsetzen luftdicht schließt. Der hölzerne (kieferne) Kasten umschließt den blechernen genau, und die Wände sind $^3/_4$" stark. Sein Deckel wird mit verzinnten Nägeln befestigt. Die Kasten sind nur $2\,^1/_3$ mal so theuer, als die immer Reparaturbedürftigen Tonnen; dadurch gewinnt man ein immer sich gleich bleibendes Pulver, und erspart die Verluste an Pulver, die Arbeit des Sonnens u. s. w. Die Kasten packen und transportiren sich überdies bequemer als Tonnen, nehmen viel weniger Raum ein und vertragen ein höheres Aufstapeln.

§. 332.

Wenn das Pulver möglichst wenig Staub bilden soll, so muß es so fest als es irgend angeht, den Kasten füllen. Es ist dies zugleich ein Schutzmittel gegen das Feuchtwerden. So lange das Pulver in den Tonnen noch feucht werden konnte, mußte man ihm Platz lassen, damit man durch Rollen das Zusammenbacken der feuchtgewordenen Körner verhindern konnte. Dadurch bildete es vielen Staub. Das Pulver muß also so trocken, wie es aus der Arbeit kommt, möglichst fest in die Kasten gefüllt werden, dannach wird der Blechkasten für 1 Ctr. Pulver 6" hoch und erhält 23" im Quadrat Grundfläche.

§. 333.

Ist das Pulver auf diese Weise hermetisch verschlossen, so bedarf es keiner besonders trocknen Räume zur Aufbewahrung desselben. Nichts desto weniger ist es immer gut, die Räume, so viel es angeht, trocken zu erhalten. Dies geschieht, indem man den Zutritt der Feuchtigkeit möglichst erschwert, und die dennoch eingetretene auffsaugt.

§. 334.

Die Feuchtigkeit tritt auf drei Weisen in die Räume, theils von unten aus dem Fundamente in der Mauer aufsteigend, theils durch die atmosphärische Luft, welche warm eintretend, meist eine größere Menge Feuchtigkeit aufgelöst zu halten vermag, als wenn sie die niedere Temperatur des Aufbewahrungsraumes angenommen hat, und das nun verdichtete überschüssige Wasser fallen läßt, und zwar meist

Digitized by Google

an den Wänden niederschlägt, theils endlich kömmt die Feuchtigkeit durch das Dach.

§. 335.

Die von unten aufsteigende Feuchtigkeit schneidet man dadurch am besten ab, daß man beim Aufrichten der Mauern einige Fuß über der Erde Bleiplatten so auf die Mauer legt, daß sie einen Zoll über diese, und somit auch über den späteren Abputz nach innen und außen vorragen, und dann die Mauer weiter aufführt; den äußern vorstehenden Rand biegt man schräge nach unten. Der Fußboden des Magazins muß höher als diese umgehende Platte gelegt werden; in die Mauer unterhalb der Platte werden Oeffnungen gebrochen und in diese, erst auf- und dann wieder niedergehende Röhren eingesetzt, damit ein Luftzug unter dem Fußboden durchstreiche, aber doch kein Wasser eindringen könne.

§. 336.

Die in der Luft mit eintretende Feuchtigkeit kann dadurch möglichst vermieden werden, daß man die Fenster nur gegen Mittag und zwar nicht so sehr an warmen als an trocknen Tagen (welche man durch Hygrometer erkennt), öffnet, und die niedergeschlagene Feuchtigkeit durch Chlorcalcium, das in flachen Schaalen aufgestellt, und wenn es naß geworden ist, wieder getrocknet wird, auffaugen läßt. Man mache die Wände möglichst wenig wärmeleitend, verschaale sie daher mit Brettern. Die Thüre des Magazins lege man nach Süden.

§. 337.

Das Dach wird am sichersten von Metall, z. B. Zink-Blech gefertigt und häufig revidirt. Die Strebepfeiler, welche Schatten werfen, und leicht feucht werden, lasse man, wo es irgend angeht, weg, oder lege sie in das Magazin hinein.

§. 338.

Zur Sicherung der Magazine vor Entzündung gilt das von den Pulverarbeitshäusern Gesagte.

Probiren des Pulvers.

§. 339.

Wenn man Pulver ohne Hülfe eines Probirinstrumentes beurtheilen soll, so können die sogenannten empirischen Erkennungszeichen, ein allgemeines Urtheil über die Brauchbarkeit überhaupt, so wie über die spezielle Anwendbarkeit zu

den verschiedenen Waffen wohl begründen. Kömmt es auf genauere Untersuchung der Güte an, und sind Probirinstrumente und die erforderliche Zeit disponibel, so ist das Probiren und die Einwirkung von Wassergas auf das Pulver als ausschließlich sicher stellende Untersuchung zu berücksichtigen. Die Ermittelung des spezifischen Gewichts mit den Zwischenräumen wird dabei nur selten und zwar dann nöthig werden, wenn das Pulver von sehr großem Volumen scheint, was für die Größe der Transporträume wichtig werden kann. Das spezifische Gewicht des Pulverkorns und die Untersuchung der chemischen Zusammensetzung kommen nur in Betracht, wo es sich um Versuche über Pulverfabrikation oder um Erklärung unerwarteter Erscheinungen in der Wirkung eines Pulvers handelt, und geben wenig zuverlässige Resultate.

§. 340.

Die empirischen Erkennungszeichen sind folgende:

a) Sind die Substanzen gehörig gekleint und gemengt? Man bringe eine Probe in warmes Wasser, lasse die Körner erweichen und rühre dann stark um. Bei schlecht gekleinten Materialien setzt sich der Schwefel sichtbar zuerst zu Boden. Schlecht gekleinte Materialien zeigt auch eine Loupe in den zerdrückten Körnern. In Wasser gelegte Körner zerfallen leicht, (dies ist auch bei geringer Verdichtung der Fall.)

b) Ist das Mischungsgewicht angemessen? Man zündet etwas Pulver auf weißem Papier an; je mehr Kohle Ueberschuß ist, desto schwärzerer Rückstand bleibt, je mehr es an Kohle fehlt, desto mehr brennt das Papier an. Ueberschuß von Schwefel giebt dichten Rauch und weittrollende weiße Kügelchen als Rückstand.

c) Ist das Pulver naß? Man lege ein wenig auf eine warme Stelle, zeigt es dann die Zeichen ad b nicht mehr so war es naß und kann durch Trocknen gebessert werden.

d) Ist das Pulver staubig? Man lasse es quer über ein unbehobeltes Brett laufen, wo der Staub haften bleibt.

§. 341.

Die nähere Untersuchung der Särke des Pulvers mit einem Schießinstrumente hat eine bei weitem größere Zuverlässigkeit als diese empirischen Untersuchungen, nur muß man dabei berücksichtigen, daß die Wirkung des Pulvers in jeder Gattung von Schießinstrument eine eigenthümliche ist, und nicht parallel geht, so daß eine Pulversorte in einem

Digitized by Google

ſich kräftiger zeigen kann als eine andere, in einer andern Gattung Feuergewehr dagegen ſchwächer. Welches eigene Schießinſtrument man alſo auch anwenden möge, es wird immer nur die Wirkung des Pulvers in beſtimmten Feuerwaffengattungen bezeichnen, nicht aber die Wirkung in jeder andern beliebigen. Dagegen iſt es möglich, an ein und demſelben Schießinſtrument verſchiedene Modifikationen anzuwenden, wodurch es bei jeder mit einer andern Feuerwaffengattung gleichartig in der Pulverwirkung wird.

§. 342.

Kleine Fußmörſer, welche eine ſchwere Kugel mit kleiner Ladung werfen, ihre Dimenſionen, ſo wie die des Geſchoſſes möglichſt wenig verändern, einen höchſt geringen Spielraum haben, und eine vollſtändige Verbrennung des Pulvers bewirken, ſind die angemeſſendſten Probirinſtrumente. Neuere Unterſuchungen haben gezeigt, daß eiſerne Mörſer mit koniſcher in den Flug verlaufender Kammer und eiſernem Geſchoß dieſen Bedingungen am vollſtändigſten entſprechen, und ein für die Praxis genügend zuverläſſiges Maaß der Stärke des Pulvers geben, und zwar entſprechen gewiſſe kleine Ladungen der Wirknng des Pulvers in großen Kalibern, und größere Ladungen der Wirkung im Wurfgeſchütz, der Handfeuerwaffe u. ſ. w.

§. 343.

Ein an ſich wenig gutes, aus unreinen Materialien bereitetes, aber durch Lockerheit, rauhe Fläche, Kohlenüberſchuß u. ſ. w. leicht entzündliches Pulver kann, ſo lange es neu iſt, gute Wirkung im Probirinſtrument und in der wirklichen Waffe geben. Allein wenn es aufbewahrt und transportirt worden, wird es feucht, entmiſcht, es zerfällt in Staub und wird ſchlecht. Man muß daher beim Pulverprobiren gleich eine dem Transport und der Aufbewahrung analog wirkende Operation vornehmen, um die Folgen zu ermitteln; dies geſchieht, indem man das Pulver eine größere Menge Feuchtigkeit anſaugen läßt, und theils die unter beſtimmten Umſtänden im Vergleich mit gutem Pulver aufgenommene wägt, theils das Pulver durch Schießen abermals probirt. Dieſe größere Menge Feuchtigkeit giebt man ihm, wenn man es neben gutem und mit einer Schaale Waſſer unter die Glocke einer Luftpumpe bringt, dieſe von Luft entleert und es ſo 10 bis 12 Stunden ſtehn läßt. Der im luftleeren Raum verbreitete Waſſerdampf wird viel leichter von poröſen und hygroskopiſchen Körpern aufgeſogen, als wenn der Waſſerdampf mit Luft gemengt iſt.

Digitized by Google

§. 344.

Die chemische Untersuchung giebt nur den Salpetergehalt genau, je brauner die Kohle ist, desto weniger reichen alle vorhandenen Methoden aus, um Schwefel- und Kohlengehalt genau zu bestimmen, indem die braune Kohle sich unter den Händen bei den chemischen Operationen verändert. Um den Salpeter zu bestimmen, trocknet man erst eine feingeriebene genau gewogene Pulverprobe bei 40° R., wägt, bestimmt aus den Verlust den Wassergehalt. Dann trocknet man ein Filtrum, bis es nicht leichter wird, wägt es, bringt die obige Probe auf das Filtrum und gießt so lange heißes destillirtes Wasser auf, bis das ablaufende Wasser beim Verdampfen keine weiße Haut mehr giebt; dann trocknet man das Filtrum wieder, bis es nichts mehr verliert (ebenfalls bei 40°), wägt und erhält durch den Verlust den Salpetergehalt. Will man die Salpeterauflösung abdampfen und zur völligen Wasserentfernung schmelzen und wägen, so entsteht bei dem Umgießen in die kleinern Gefäße leicht ein bedeutender Verlust. Den Salpeter untersucht man mit salpetersaurem Silber auf Chlorverbindungen. — Den Rückstand von Kohle und Schwefel behandle man heiß mit Königswasser so lange sich noch salpetrige Säure entwickelt und filtrire. Aus der Flüssigkeit fällt man die Schwefelsäure mit Chlorbaryum, wäscht den schwefelsauren Baryt mit sehr vielem heißen Wasser aus ehe man filtrirt, filtrirt dann, glüht und wägt. 100 Th. schwefels. Baryt geben 13,797 Schwefel; das Fehlende ist Kohle. Statt dessen kann man auch eine Probeflüssigkeit anwenden, die auf 1000 Gran Wasser, 50 Gran Chlorbaryum enthält. Man gießt dann von dieser so lange in kleinen Portionen zu der obigen Flüssigkeit, bis diese, wenn sie sich geklärt hat, nicht mehr sich trübt.

§. 345.

Wenn man das Volumen des Pulvers einschließlich der Räume zwischen den Körnern wissen will, und dazu eine größere Quantität aus einem Trichter von bestimmter Höhe herab in ein Maaß fallen läßt, und wenn dies voll ist, die erforderlich gewesene Pulvermenge wägt, so ist dies, obwohl man es durch Gleichmäßigkeit der Operation so weit bringen kann, daß mehrere Bestimmungen einer Pulversorte unter sich verglichen nur um $\frac{1}{2}$ Prozent von einander abweichen, ein ganz willkührliches Maaß, was keineswegs mit der Praxis stimmt, weder wenn es darauf ankommt, die Höhe, welche eine gewisse Ladung bei gegebenem Querdurchschnitt (Kaliber) einnehmen wird, zu berechnen, noch

Digitized by Google

Maaße zu konstruiren, welche ein bestimmtes Pulvergewicht abmessen sollen, um das jedesmalige Abwägen zu sparen. Wie viel Pulver bei jener Hauptvolumbestimmung in das Maaß gehen wird, ist verschieden nach der Neigung der Trichterwände, ihrer Glätte, der Größe der Trichteröffnung, der Höhe derselben über dem Gefäß, der Weite und Höhe des Gefäßes. Es müßte ein reiner Zufall sein, wenn beim Abmessen des Pulvers mit Maaßen die Körner gerade eben so dicht neben einander zu liegen kommen sollten, als bei der Hauptbestimmung, die Maaße messen daher falsch, und es spricht sich dies sogar in den ganz kleinen Maaßen aus. In der fertigen Ladung, wo das Pulver aber durch Rütteln möglichst dicht gelegt wird, muß das Volumen jedesmal ein anderes als das aus dem lockerliegenden Pulver der Hauptbestimmung berechnete werden. Um daher eine festere Einheit zu haben, muß die Volumenbestimmung immer auf die Weise geschehen, daß man das zu füllende Maaß so lange schüttelt, bis sich kein Pulver mehr einbringen läßt. Das spez. Gewicht ist dann bis zu $\frac{1}{8}$ größer als wenn das Pulver locker eingeschüttet worden. Das lockere Volumen selbst darf aber niemals als unmittelbares Maaß der Ladungen dienen, sondern die großen sind abzuwägen (§. 374.), die kleineren mit rektificirten Maaßen zu messen. (§. 394.)

§. 346.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Korns an sich giebt zu vielen Illusionen Veranlassung. Jeder der drei Bestandtheile hat ein bestimmtes spez. Gewicht, welches durch die Mengung und Verdichtung nicht geändert werden kann, die Theilchen können nur näher oder entfernter liegen, so daß mehr oder weniger auf das Volumen eines Kornes kommen. Zwischen ihnen liegt Luft. Bringt man das Korn in eine Flüssigkeit, welche jene Luft austreibt und sich an seine Stelle stellt, so hat jedes Korn von gleichem Mengungsverhältniß gleich viel, wie groß die Verdichtung war, ein gleiches spezifisches Gewicht, nämlich das arithmetische Mittel der spez. Gewichte der Materialien. Man müßte das Gewicht des Pulverkorns in der Flüssigkeit so rasch bestimmen, daß diese durchaus noch nicht hätte in das Innere eindringen können, dies ist aber unausführbar. Alle bisherigen Ermittelungen des spez. Gew. des Pulverkorns, welche immer in Alkohol statt hatten, sind daher mehr oder weniger unrichtig, da schon während des Einfüllens der Alkohol die Körner theilweise durchdringt. Bestimmt man das Volumen des Kornes in der Luft, so tritt dasselbe ein. Es

läßt ſich daher nur dann das ſpez. Gewicht des Pulverkorns mit Sicherheit ermitteln, wenn man ſein Volumen ſo mißt, daß die eingeſchloſſene Luft mit unveränderter Dichtigkeit darin bleibt, wodurch ſich verſchieden lufthaltige Körner bei gleichem Volumen verſchieden ſchwer zeigen werden. Es iſt daher nur auf dem Wege, daß man die Pulverkörner zwiſchen einen ſtaubförmigen Körper möglichſt feſt einlegt, eine einigermaßen richtige Abſchätzung des wirklichen ſpez. Gew. möglich. Zu dem Zweck iſt Bärlapſaamen, der immer gleich fein iſt und keine Feuchtigkeit aufſaugt, am geeignetſten. Man füllt ein kleines Gefäß, das oben abgeſchliffen, damit und ſchüttelt es bis ſich nichts mehr vom Saamen hineinbringen läßt, ſtreicht oben glatt ab, wägt und beſtimmt ſo das ſpez. Gew. des Saamens, dann wägt man Pulverkörner ab, mengt dieſe mit dem Saamen und füllt das Gefäß genau auf gleiche Weiſe wieder, ſo aber, daß alle Pulverkörner darin ſind. Man wägt, und kann ſo bei einiger Uebung ein genaueres und zuverläſſigeres Verhältniß zwiſchen Gewicht und Volumen des Korns erhalten, als bei den bisherigen Methoden, wo die Zwiſchenräume zwiſchen den einzelnen Theilchen des Kornes ihr Gewicht ändern, und ſo das des Kornes unrichtig machen.

Die Bearbeitung der eigentlichen Sätze.

Mengen.

§. 347.

Der Feuerwerksſatz (§. 244.) wird ganz aus denſelben Materialien bereitet wie Schießpulver, und zwar in den großen Mengtrommeln, auf gleiche Weiſe wie es §. 290. angegeben. Je vollſtändiger die Innigkeit der Mengung erreicht iſt, deſto höhere Verdichtung nimmt er an, deſto mehr Satz kann man in einen beſtimmten Raum einzwängen, deſto höher ſind Gasſpannung, Temperaturentwicklung und Leuchtkraft. Die Abnahme in dieſen für Treib, Brand und Leuchtſätze ſo wichtigen Elementen iſt ſehr bemerklich fortſchreitend in dem Maaße als die Mengung weniger innig iſt, und dieſe Abnahme vergrößert ſich bei längerem Liegen, weil der Satz deſto mehr Feuchtigkeit einſaugt je weniger er gemengt iſt. Es iſt für die folgende Verdichtung ſehr vortheilhaft, wenn er auch die Verdichtungs- und Körnungsoperation auf der Pulverfabrik durchgangen iſt, denn

Digitized by Google

je stärker er vorher verdichtet, desto besser läßt er sich zu festen Satzsäulen bilden, doch macht ihn das um Vieles theurer und er nimmt in Kornform auf dem Transport mehr Raum ein. Muß man ihn für einzelne Fälle mit andern Mitteln, d. h. in kleineren Mengtrommeln, durch Reiben u. s. w. darstellen, so wird, so muß man ihm 8 bis 10 Prozent Schießpulver zugeben.

§. 348.

Das Probiren des Feuerwerkssatzes, der von der Fabrik kommt, geschieht, indem man eine Röhre von bestimmten Durchmesser und Länge ladet, ihre Brennzeit beobachtet und mit der des Normalen vergleicht Er muß sich leicht ballen und nicht wieder auseinander fallen. Beim gelinden Trocknen höchstens ½ Prozent an Gewicht verlieren. Man begießt dann 4 Loth mit 1 Pfd. reinem weichen Wasser, rührt lange um, filtrirt und bestimmt das spezifische Gewicht der Auflösung in einem zu verschließenden Fläschchen, das man zuvor mit Wasser gefüllt gewogen. Die Auflösung muß ein spez. Gewicht von 1,42 haben. Werden auf der Pulverfabrik gleich die Treibsätze fertig gemacht und geliefert, so probirt man diese ganz analog dem Pulver.

§. 349.

Das Mengen des fertigen F. S. mit Schießpulver geschieht, wenn es für sehr große Satzquantitäten vorzunehmen, ebenfalls in großen Mengtrommeln auf der Pulverfabrik, indem man dann gleich die Elemente im richtigen Verhältnisse mengt. In kleineren Quantitäten, und da wo man nicht die Materialien hat, mengt man den fertigen Salpeterschwefel mit Kornpulver in kleinen Trommeln mit kleinen Kugeln. Die Tonne darf immer nur ⅓ gefüllt sein, muß 1½mal so viel Bronzekugeln als Satz haben, und muß 2 Stunden bei 25 bis 30 Umdrehungen in der Minute gedreht werden.

§. 350.

Das Mengen des Feuerwerkssatzes mit den vegetabilischen Flüssigkeiten geschieht in beliebigen Gefäßen, am Besten mit der Hand, indem man es leichter fühlt als sieht, ob die Mengung vollständig geschehen ist. Die Mengung mit Mehlpulver, wenn die Quantitäten klein sind, geschieht in Reibschaalen von Porzellan oder Serpentin, und bei größeren Mengen in der Mengtrommel.

§. 351.

Das Mengen der Schwefelsätze aus den andern salpeters.

Digitized by Google

Salzen geschieht in einer Reibschaale, und zwar indem man das möglichst fein geriebene Salz mit dem Rückstande von Feuerwerkssatz (s. nächsten §.) in den angegebenen Verhältnissen trocken innigst mengt, wobei an die Stelle des Schwefels der Rückstand des Feuerwerkssatzes tritt.

§. 352.

Um die Sätze von chlorsaurem Kali darzustellen, laugt man gutes Schießpulver und Feuerwerkssatz auf einem Filtrum so lange aus, bis ein Tropfen des ablaufenden Wassers auf Glas verdampft, keine Haut zurückläßt. Man trocknet, setzt auf 1 Theil Rückstand 4 Theile fein geriebenes chlorsaures Kali, und mengt beide in der Reibschaale unter Zugabe von 5 Prozent Wasser. Soll ein Satz dargestellt werden, der aus $\dot{K}\,\ddot{\overline{Cl}} + 2\,S$ und $\dot{K}\,\ddot{\overline{Cl}} + S + 3\,C$ gemengt ist, so mengt man erst $\dot{K}\,\ddot{\overline{N}} + 2\,S$ und $\dot{K}\,\ddot{\overline{N}} + S + 3\,C$ in gleichem Verhältniß und laugt dies Gemenge aus.

§. 353.

Zur Mengung von chlorsaurem Kali und Schwefelantimon (§. 241.) reibt man jeden Bestandtheil fein, und mengt beide unter Zugabe von 10 Prozent Wasser.

§. 354.

Wo viel chlorsaures Kali gebraucht wird, kann man eine eigene Kleinungstrommel dafür halten, wo man es mit Kugeln pulvert. Diese darf aber nicht auch zum Bereiten von Feuerwerkssatz angewendet werden, indem dieser sich entzünden könnte. Eine Gefahr ist beim Kleinen des chlorsauren Kalis für sich eben so wenig wie bei dem des Salpeters; bei sehr heftigem Reiben bemerkt man blos ein unschädliches Knistern.

Verdichten.

§. 355.

Die Feuerwerkssätze müssen in den meisten Fällen verdichtet werden, entweder zu festen Stücken von verschiednen Formen oder in Hüllen, und zwar in diesen mit mehr oder weniger Festigkeit. Für viele Fälle kann man zwar den Satz auch durch Befeuchten mit Gummiwasser in feste Stücke von bestimmten Formen umwandeln, allein dieses Mittel ist nur da anzuwenden, wo es an kräftigen Verdichtungsapparaten fehlt, oder sich eine Verdichtung nicht anbringen läßt, indem

Digitized by Google

das Trocknen lange aufhält, auch wird die Mengung durch das Befeuchten mit Gummiwasser theilweise entmengt, träger brennend gemacht und durch die organische Substanz, die in der Auflösung ist, auch etwas im Brennen verändert. Das erstere, die Entmengung, findet nicht statt, wenn man eine weingeistige Auflösung von Harz anwendet, besonders wenn der Weingeist wenig wasserhaltig ist. Auch trocknet dies Bindemittel viel rascher. Wo also Verdichtung mit Flüssigkeit durchaus nothwendig ist, und es nicht auf die Veränderung der Flamme ankommt (da Harz mehr stört als Gummi), wende man kein wässeriges sondern ein weingeistiges Bindemittel an.

§. 356.

Das Verdichten in Hüllen kann, wenn blos geringe Verdichtung gefordert wird und die Hüllen geräumig sind, mit der bloßen Hand geschehen, oft reicht das Verdichten des trocknen Satzes durch bloßes Drücken aus, zuweilen muß noch Befeuchtung zu Hülfe genommen werden. Dies darf aber bei Treibsätzen niemals geschehen, weil die Flüssigkeit nach dem Verdichten schwer wegzuschaffen ist, und die Treibkraft beeinträchtigt, indem die Flüssigkeit auf Kosten der erzeugten Wärme, also der Gasspannung, verdampft werden muß. Ueberhaupt ist beim Verdichten von Treibsätzen und Sätzen, die bestimmte Zeit brennen sollen, größere Aufmerksamkeit nöthig, als bei andern. Ist die Hülle (§. 355.) sehr stark und die Verdichtungskraft schwach, so bedarf sie keiner Unterstützung ihrer Wände von Außen, um dem im Innern wirkenden Druck widerstehen zu können; sie wird dann blos in einen Fuß eingesetzt, welcher sie lothrecht mit der offnen Seite nach oben erhält; ist sie dagegen im Verhältniß zur Treibkraft schwach, so legt man sie bei kleinen Röhren in eine geschlossene, bei großen in eine zweitheilige Form (Stock) ein, den man durch übergeschobene Ringe, oder durch 4 zur Seite angebrachte starke Querbolzen mit Schrauben zusammenhält. Diese Stöcke sind am dauerhaftesten, besonders bei großer Verdichtungskraft von Gußeisen. Die Hälften müssen sehr genau aneinander passen, weil sich sonst die Hülse in den Zwischenraum einquetscht und leidet Der Stock hat einen massiven Untersatz. Sind die Hülsen sehr lang und dünn und geschieht das Verdichten mit der Hand, wo leicht ein Umknicken der Hülse durch schiefen Druck statt haben kann, so giebt man die Hülse in eine Blechröhre. Die Hüllen, wo der Satz eine starke Verdichtung erhalten soll, sind immer cylindrisch. Die Verdichtung geschieht dann

Digitized by Google

bei trocknem Satze und zwar mittelst in die cylindrische Höhlung passender Stempel, auf welche eine stoßende oder eine drückende Kraft wirkt. Sind die Hülsen hoch, so muß man verschieden hohe Stempel anwenden, weil hoch aus der Hülse herausragende leicht schräge wirken und die Hülse verderben. Stoßende Kraft wendet man meist nur bei kleinen Satzsäulen an, in sofern die Kraft der schlagenden Hand ausreicht. Wo es einer größeren stoßenden Kraft bedarf, gebraucht man lieber Druck, weil bei den stoßenden Maschinen starkes Verstauben und Gefahr der Entzündung eintritt, und weil man sehr vieler Stöße bedarf, um so stark wie ein gleich leicht zu erzeugender Druck zu verdichten. Wenn eine Satzmischung chlorsaures Kali enthält, darf nur drückende Kraft in Anwendung kommen. Die stoßende Kraft des Schlages mit der Hand hat für die einfacheren Operationen wie z. B. Anfertigen der Schlagröhren, den Vortheil, daß es der einfachsten Apparate bedarf, und daß man eine große Zahl Arbeiter zugleich anstellen kann; allein es giebt immer sehr ungleiche Verdichtung, da der obere Theil jeder für sich verdichteten Satzportion dichter wird, als der untere. Man bedient sich hölzerner Hämmer, weil bei den allerdings kräftiger wirkenden metallenen doch die Gefahr der Entzündung zu groß ist.

§. 357.

Die Druckkraft wird durch Pressen hervorgebracht. Sie sind entweder hydraulische oder Schrauben- oder Hebelpressen. Die hydraulischen wirken, wenn die Kraft sehr groß sein muß, gefahrloser als die Schraubenpressen, die bei großen Dimensionen immer Wurfpressen sein müssen, während bei kleineren Kraftanforderungen, die in diesen Dimensionen wohlfeilere Schraubenpressen ausreichen. Diese bestehn ganz einfach aus einem 4pfostigen Ständer, der einen oder zwei Querriegel hat, durch welchen die eiserne Schraubenspindel läuft, deren Mutter (in Bronze) sich oben im Ständer befindet, gewöhnlich bewegt sich der untere Querriegel mit der Spindel auf und nieder, indem er in den beiden Pfosten in Falzen geht. Die Schraubenspindel ist immer 3- auch 4gängig, damit sie schnell auf und nieder steigt. Oben am Kopfe ist eine starke Querstange, die an den Enden beschwert wird und als Wurfhebel dient. Statt dieser heftigen Bewegung kann man das Drehn der immer um einen gleichen Winkel bewegten Querstange durch ein frei hängendes Gewicht anwenden. — Zu denjenigen Arbeiten, wo nur eine kleine, aber sehr häufig wiederkehrende Bewegung nöthig ist,

Digitized by Google

dienen Hebel- oder Krummzapfenpressen, wo der drückende Stempel, da man es immer nur mit einer konstanten Satzhöhe zu thun hat, an der Presse befestigt ist, und bei jeder Pression eine andere Hülse in eine genau passende Vertiefung unter den Stempel gebracht wird.

§. 358.

Bei jeder Verdichtungsmethode bleiben die oberen Satzschichten lockerer als die unteren, wenn man auf jede Satzportion einen gleichen Druck üben läßt. Es ist daher gut, wo es angeht, auf die oberste Satzschicht eine Thonschicht zu setzen, diese ebenfalls zu verdichten und sie dann, wenn es nöthig sein sollte, abzuschneiden. Die Thonschicht ist weniger elastisch als die Satzschichten, ihre Verdichtung wirkt daher sehr tief. Ist bei einer Seite der Satzsäule ein Abbröckeln, oder Herausfliegen des Satzes zu befürchten, so ist wo möglich die Seite der Röhre, welche die ersten Satzportionen enthält, nach jener Richtung hinzustellen. Das Einfüllen der Satzportionen geschieht bei kleinen Hülsen, und wo es nicht genau auf gleiche Dichtigkeit des Satzes ankommt, mit kleinen halboffenen metallenen Schaufeln, wobei selbst wenn man abstreicht, die Portionen sehr ungleich werden. Wo es genau sein soll, mißt man den Satz mit kurzen Cylindern ab, die bei langen Hülsen an Stielen befestigt sind; bei ganz dünnen Satzschichten drückt man den naßgemachten Satz in durchlöcherte Platten und stößt die dadurch gebildeten sehr gleichmäßigen Satzblättchen wenn sie sich durch Trocknen gelöst haben, aus der Platte.

§. 359.

Wie beim Schießpulver ist auch hier immer die höchste erreichbare Verdichtung zu erstreben, dann werden die Brennzeiten gleichmäßiger, die Einflüsse der Witterung geringer. Die Verdichtung ist noch nicht die höchsterreichbare, wenn der Stempel auf dem Satze einen hellen Ton giebt. Je kleiner die auf einmal verdichteten Satzpartionen sind, desto dichter wird die Satzsäule. Die Verdichtung durch Schlagen mit der Hand in dünnen Säulen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$" Durchmesser giebt einem Satze, der der Berechnung nach 2,21 hat, eine Dichtigkeit von 1,947, bei einem Satze von 2,16 bei mittlerer Verdichtung 1,904, bei lange fortgesetztem Schlagen 1,927, es bleiben also etwa $\frac{1}{10}$ des Raumes des Satzes mit Luft gefüllt.

§. 360.

Bei Treibröhren, Raketen u. s. w., wo sich, um eine bedeutende Kraft zu erzeugen in einem engen Satzcylinder

Digitized by Google

eine große Gasmenge auf einmal entwickeln muß, ist es nöthig, die Ausströmungsöffnung zu verengen und dem Satzcylinder eine Aushöhlung zu geben, welche entweder dadurch erzeugt wird, daß man den Satz gleich beim Eindrücken durch ein in den Untersatz des Stocks eingesetztes Modell (der Dorn) und demgemäß ausgehöhlten Stempeln die Höhlung giebt, oder daß man den mit massiven Stempeln gebildeten Satzcylinder anbohrt. Das erstere, wo also eine geringere Satzmasse zu verdichten ist, wendet man nur da an, wo eine geringe Verdichtungskraft disponibel ist, das letztere dagegen immer, wo man hinreichende Kraft hat, um einen massiven Satzcylinder von der geforderten Dichtigkeit zu erhalten. Der Dorn muß nämlich, um ihn nach dem Laden herausnehmen zu können, konisch sein, und durch diese ungleichmäßige Stärke der Satzwand in verschiedenen Höhen wird eine gleichmäßige Verdichtung unmöglich. Das Laden über den Dorn giebt daher niemals so gleich bleibende Brenngeschwindigkeiten als das Massivladen, und wo das letztere irgend durch die Kraft gestattet wird, ist es anzuwenden. Man ladet auch dann massiv, wenn wegen Kleinheit des hohlen Raumes, der Dorn sehr dünn im Verhältnisse zur verdichtenden Kraft werden würde, und ein Abknicken desselben zu befürchten steht. Die durch das Hohlladen erzeugten Oeffnungen sind anfänglich glatt, werden aber bald rauh, weil die untern Theile jeder Satzportion, als der lockere Theil, mehr Feuchtigkeit ansaugen als die obern dichteren; sie erzeugen daher auch frühere Verderbniß. Die theuren, leichter verderbenden hohlen Stempel geben Anlaß zu Gefahr, indem sie gegen den Dorn quetschen, es verstaubt viel Satz, die Stempel müssen oft von dem hineingedrungenen Satz entleert werden, so daß die scheinbar zusammengesetzte Arbeit des Massivladens und Bohrens vorzuziehen ist.

§. 361.

Die Bohrer sind horizontal oder vertikal; das letztere bedingt zwar etwas zusammengesetztere Maschinerie, ist aber vorzuziehn, weil der Bohrsatz (die Spähne) gleich in einen untergesetzten Kasten fällt und weniger Staub erzeugt wird. Der Bohrer dreht sich nicht über 15—20mal in der Minute; durch ein Schwungrad wird seine Bewegung regulirt. Der Bohrer ist ein cylindrischer Bohrkopf für cylindrische Bohrlöcher, oder ein abgestumpfter oben abgerundeter Konus für die konische Bohrung. Man macht ihn von hartem Stahl und polirt ihn gut. Eines Vorbohrers bedarf es nicht. Die Hülse steht, mit der Mündung nach unten, über dem Bohrer, in einem

Digitized by Google

beweglichen Schlitten, der von selbst niedersinkt und so auf die Bohrschneide drückt; ein Vorstand begrenzt dies Herabsinken bis auf einen gewissen Punkt. Der Bohrer steht in einem besondern Gemach, die Arbeiter, welche die Drehung besorgen, sind durch eine Wand davon getrennt.

§. 362.

Bei allen diesen Arbeiten des Verdichtens, Bohrens u. s. w. ist eine um so gesteigertere Gefahr der Selbstentzündung als die Temperatur und Trockenheit der Luft und der arbeitenden Geräthe höher ist. Den Stempeln giebt man oft, wenn der Satz rasch ist und beim Entzünden Gefahr brächte, um diese Gefahr zu verringern, an dem untern, wirkenden Ende einen Vorschuh von harter Bronze, da sich diese Schuhe aber leicht krümmen und stauchen, so vermeide man sie möglichst.

Zusammengesetzte Munition.

I. Ladungen.

a) Die Kugel- und Granat-Spiegel.

§. 363.

Die Spiegel, hölzerne Scheiben von cylindrischer oder stumpf konischer Form, welche bei den Geschützen zwischen Pulver und Kugel zu liegen kommen, und an welche die Kugel, die in denselben vertieft liegt, befestigt ist, haben folgenden Nutzen:

1) Sie schützen die Seele des Geschützes vor Kugellagern und auch theilweise vor Anschlägen.

2) Sie mildern die Einwirkung der Pulverladung auf das Geschoß.

3) Sie zwingen das Geschoß, wenn es in die Seele eingeschoben wird, in bestimmter Lage zu bleiben.

Ihre Nachtheile sind:

1) sie nehmen vielen Raum ein, was besonders beim Transport der Feldmunition sehr fühlbar wird.

2) Sie zersplittern beim Schusse und verwunden vorstehende Truppen.

3) Durch das Aufreißen beim Auftrocknen vergrößert sich ihr Durchmesser zuweilen so sehr, daß sie das Einsetzen des Geschosses in die Seele hindern.

4) Wenn sie an oder im Kartuschbeutel befestigt werden, so scheuern sie die Beutel auf dem Transport leicht durch.

§. 364.

Ihr Vortheil des Schutzes der Seele verschwindet bei eisernem Geschütz; bei diesem können sie daher ganz entbehrt werden, eben so beim Kammergeschütz, wo die Verletzungen durch die Geschosse ebenfalls nur höchst selten vorkommen. Bei langen Kammergeschütz, oder wo es auf eine bestimmte Stellung des Zünders ankommt, sind sie erforderlich, um das Hohlgeschoß in der richtigen Lage zu halten, auch bei kurzem für leicht zerbrechliches Geschoß. Bei diesem können sie aber ihren Zweck nur vollständig erfüllen, wenn das schwache Geschoß zugleich auch leicht ist, und der Pulverladung leicht nachgiebt, ist es schwer, so zerschellt der Spiegel oft am Geschoß, ehe dies in Bewegung kommt; dies ist dann der Wirkung der Ladung blos gestellt und wird vom Spiegel nicht mehr geschützt. — Bei Kanonen kleinen Kalibers, z. B. den Feldkanonen, heben sich Vor- und Nachtheile des Spiegels ziemlich auf. Beim schwereren Geschütz ist dagegen der Vortheil des Schutzes weit überwiegend.

§. 365.

Holz hat, selbst wenn es ganz trocken ist, den Uebelstand, daß es stark aufreißt, hygroskopisch ist, Gewicht und Volumen bald vermehrt bald vermindert, und dem Pulver Feuchtigkeit abgiebt; die Stücke können vorstehenden Truppen gefährlich werden; da wo die Faserlagen durchschnitten sind, bilden die Fasern scharfe Kanten, welche die Kartuschbeutel auf dem Transport durchreiben. Es ist daher vortheilhafter, die Spiegel aus einen dem Papiermaché ähnlichen, aus gestampftem Werg oder aus Sägespähnen mit Leim gebildeten Masse, pressen zu lassen. Sie werden nicht erheblich theurer als hölzerne. In Festungen, wo sie bald verbraucht werden, kann man bei den hölzernen bleiben.

§. 366.

Jedenfalls müssen die Rinnen, welche um den Spiegel laufen, um den Beutel daran zu befestigen, nicht scharfkantig, sondern glatt abgerundet sein. Sind die Spiegel von Holz, so bestreiche man sie mit Leinölfirniß, um sie weniger hygroskopisch zu machen. Dies ist besonders bei solchen Spiegeln erforderlich, die längere Zeit mit der Pulverladung in unmittelbarer Berührung bleiben sollen, indem sie bedeutende Mengen Wasser aufnehmen und an das Pulver abgeben.

Digitized by Google

§. 367.

Der Form nach sind die Spiegel am besten äußerlich etwas konisch, die Vertiefung für die Kugel in der Mitte etwas tiefer als halbsphärisch ausgehöhlt; der Spiegel bewegt sich dann schon, ehe die Kugel fortrückt, seine Ränder verschließen den Spielraum und halten die Kugel mehr centrisch im Rohre, wodurch die Kugellager sicherer vermieden werden. Auf diese Weise können sie besonders bei Rohrgeschütz großen Kalibers sehr schützend wirken. Ein solcher Spiegel aus Holz gefertigt, reißt auch nicht so leicht auf, wenn er bereits mit der Kugel verbunden, noch schwindet.

---

b. Die Geschützladungen.

§. 368.

Die Einschließung der Pulverladung in Beutel soll das Laden erleichtern. Durch diese Vertheilung des Pulvers in kleinere Mengen wird die hygroskopische Wirkung desselben erhöht, es bildet sich wegen der vergrößerten reibenden Fläche mehr Staub, das in Kartuschen lange aufbewahrte oder transportirte Pulver verliert also bedeutend mehr an Güte als wenn es in größeren Mengen transportirt oder aufbewahrt worden wäre. Lassen die Hüllen noch eine Erweiterung, oder ein Durchsieben des Staubes zu, sind sie selbst hygroskopisch, so wird das Pulver noch mehr leiden, sein Gewicht vermindert sich bedeutend, die Beutel gehn oft nicht mehr ins Geschütz. Daher kommt es, daß die Wirkung der Schüsse mit lang transportirten Kartuschen weit hinter der im Frieden mit frischer Munition erhaltnen (bei Haubitzen bis zu $\frac{1}{3}$) zurücksteht. — Durch das Durchstauben wird die Gefahr des Transports erhöht, durch die immer nicht hinreichend große Verbrennlichkeit der Hülle und dem Nachglimmen ihrer Reste die Gefahr der Geschützbedienung vergrößert. Möglichst fester Verschluß des Pulvers und geringste Gefahr durch Nachglimmen sind daher die Bedingungen, welche für die Kartuschbeutel gestellt sind.

§. 369.

Das Material ist am vortheilhaftesten von animalischem Stoff, weil die stickstoffhaltige kuglige Kohle schwer verbrennlich ist, und daher sobald die Flamme des Pulvers erloschen, auch nicht weiter glimmt. Ein Material aus thierischer Wolle ist daher das beste. Bei sehr langsamen Schießen kann man auch von der, eine mehr entzündliche nachglimmende Kohle

gebenden leinenen Faser Gebrauch machen. — Eine Erhöhung der Verbrennlichkeit ist nicht anzurathen, indem diese doch niemals die des Schießpulvers erreicht, daher nur ein schreres Nachglimmen der immer bleibenden Reste veranlaßt; eine Verminderung der Verbrennlichkeit ist vortheilhafter, jedoch nur bei langsamem Laden, da das Fortschaffen der großen Reste, welche nicht das Zündlich verstopfen, Zeit bedarf. Bei langsamem Schießen ist aber ein solches Präservativ von geringem Nutzen.

§. 370.

Das Material zur Hülle muß sehr haltbar und wenig dehnbar sein; bei der animalischen Faser ist dies nur bei einem aus Fäden gewebtem Zeuge zu erhalten, weil jede andere Bindung zu wenig Festigkeit bietet. Sollte Filzung die Bindung allein geben, so müßte das Zeug sehr dick werden. — Bei gewebten Zeugen sind die Zwischenräume unvermeidlich, es kömmt also darauf an, sie möglichst gut zu verschließen. Ob das Zeug ganz von Wolle ist, erfährt man, indem man eine Probe in Chlorwasser taucht. Flachs oder Baumwolle bleibt weiß, Wolle wird gelb.

§. 371.

Aus je feineren Fäden das Zeug gewebt, desto haltbarer, undehnsamer ist es, desto kleiner sind die Oeffnungen, desto vollständiger verbrennt es. Die Kettenfäden sind jedenfalls, weil sie beim Weben angespannt, viel undehnsamer als der Einschlag, der nicht scharf angespannt werden kann. Da nun die Dehnsamkeit des Beutels in der Richtung des Durchmessers der Kartusche am gefährlichsten ist, so muß der Kettenfaden jedesmal die Peripherie, der Einschlag die Längenfäden der Kartusche bilden. Die Mehlschlichte, welche beim Weben in die Fäden kömmt, vermindert die Verbrennlichkeit, es ist also gut, sie durch Auswaschen zu entfernen. Man ziehe einzelne Fäden heraus, beim Zerreißen müssen sie einen hörbaren Schall geben, sonst sind sie nicht haltbar. Jede Färbe- oder Bleich-Operation schwächt die Haltbarkeit, weshalb die Wolle nur in ihrer natürlichen Farbe anzuwenden ist. Das Behandeln des Zeuges in der Walke verschließt die Oeffnungen sicher; dasselbe thut die wollige Decke der an einer Seite rauhen Zeuge, wenn diese rauhe Seite nach innen kömmt. Von den glatten Zeugen sind die geköperten dichter als die gewöhnlich gewebten. Das Zeug muß durch das ganze Stück gleichmäßig gewebt sein. Geplättete Zeuge sind brüchig. Je kleiner die Ladungen sind, desto mehr Sorgfalt ist auf die Wahl des Zeuges zu wen-

Digitized by Google

den. Dicke Zeuge greifen bei sehr kleinen Ladungen sichtlich in die Verbrennung ein. Für starke Ladungen kann man, um die Poren zu verstopfen, das Zeug in Kleisterwasser brühen.

§. 372.

Je weniger Zeug zum Einschluß des Pulvers gehört, desto weniger treten dessen Nachtheile hervor, eben so je kürzer die Naht ist, indem die Naht überstehendes Zeug fordert und leicht undicht wird. Ein Beutel ohne besonderem Boden ist daher in doppelter Beziehung vortheilhafter als einer mit rundem Boden. Der Boden besteht am Besten aus 2 Theilen, die gleich am Mantel mit ausgeschnitten werden.

§. 373.

Auf die Naht ist große Aufmerksamkeit zu wenden, damit sie nicht nachgebe und nicht größere Oeffnungen als das Zeug lasse; damit die Naht recht glatt werde, heftet man die zu nähenden Theile vorläufig leicht aufeinander. Da der Faden auch von organischem Stoffe sein muß, um nicht nachzuglimmen und vom Salpeter zu leiden, wollene Fäden aber nachlassen, so ist Seide anzuwenden, und zwar ungebleichte und ungefärbte. Von den verschiedenen Arten der Naht ist die Kappnaht die dichteste und festeste. Das Nähen muß von Personen, die es gut verstehn, ausgeführt werden. Den genähten Beutel ziehe man über einen gedrängt eingehenden Cylinder, um zu sehen, ob auch nicht Oeffnungen, Risse u. s. w. entstanden sind.

§. 374.

Die bisher üblichen Pulvermaaße sind unzuverlässig, sie geben bei Pulver von verschiedenem spez. Gewicht verschiedene Gewichtsmengen, sie verbiegen sich leicht, man bedarf vieler. Wo es die Zeit irgend erlaubt, wäge man die Ladungen; wo man messen muß, wende man ein Maaß an, das so groß ist, daß es die größte vorkommende Feldladung faßt. Der Cylinder ist an beiden Seiten offen, an einer hat er eine Querstange, durch welche ein Stab geht und mittelst Schraube festgestellt werden kann, der in der Mitte eines im Cylinder verschiebbaren Bodens befestigt ist. Bei jeder neuen Pulversorte wägt man eine Ladung genau ab, schüttet sie in das Maaß und verschiebt den Boden, bis die Ladung genau das Maaß füllt, dann stellt man den Boden mit der Schraube fest und mißt nun mit dem so gestellten Maaße weiter. Die ganz großen Ladungen beim schweren Geschütz mißt man in 2 Portionen ab.

Digitized by Google

§. 375.

Das Pulver muß, wenn es auch nur etwas staubig ist, ehe es in die Beutel gefüllt wird, nochmals ausgestaubt werden, was sich mittelst Schütteln in leinenen Beuteln oder mit einem Blasebalgen verrichten läßt.

§. 376.

Das Pulver wird in die Kartuschen möglichst dicht gelegt, dabei ist aber die Bildung von Staub durch gewaltsames Schütteln, Schlagen oder Drücken der Kartusche sorgsam zu verhüten. Man bringt die Ladung in 3 Portionen ein, faßt jedesmal den Beutel am obern Rande und läßt ihn 40- bis 50mal senkrecht mit dem Boden auf einen weichen Körper einige Zoll hoch herabfallen. Dann legt man eine schwere Bleiplatte auf, nimmt sie behutsam ab und setzt unmittelbar ohne den Beutel aus der lothrechten Lage zu bewegen, den Spiegel mit der Kugel auf und drückt diesen fest. Die Kugel muß mit einem Rostschutzmittel versehen sein, rostet sie bei längerem Transport, so scheuert sie den Beutel leicht durch, indem der Rost rauh ist, auch in den Beutel dringt und das Zeug spröde macht. Ob die Kugel fest im Spiegel sitzt, erkennt man an dem Tone eines mit dem Hammer auf den Spiegel gegebenen Schlages. Der Beutel reicht nicht ganz bis über die Kugel, ist oben umgenäht und ein starker Bindfaden durchgezogen. Mittelst diesem zieht man den Beutel scharf oben zusammen und bindet ihn fest. Dann wird der sehr straffgezogene Beutel noch in die beiden Rinnen des Spiegels durch Bindfaden eingezogen, damit dieses möglichst fest geschehe, schlingt man den Bindfaden um zwei hölzerne Handhaben. Die Bindfaden werden dann mit gutem starken Leim bestrichen, wodurch sie am Glimmen verhindert werden, nicht von Feuchtigkeit leiden und den Beutel fest halten.

§. 377.

Die Kartusche wird noch in einen Beutel, der aus Löschpapier in Leinölfirniß getränkt, gefertigt ist, eingeschoben, und so aufbewahrt und transportirt. Ein solcher Papierbeutel ist so dicht, daß man die Kartusche darin ohne Nachtheil in Wasser stellen kann. Dieser Papierbeutel verhindert überdies das Ausweiten des wollnen.

§. 378.

Es ist höchst nachtheilig für die Konservation des Pulvers, wenn die Kartuschen in mehreren Lagen über einander verpackt werden. Man suche sie daher immer stehend,

Digitized by Google

und nur wo es sein muß, in einen Einsatzkasten und in einer Lage liegend zu verpacken. Das gewöhnliche Werg, womit das Verpacken statt hat, ist stark hygroskopisch und verdirbt das Pulver. Es verliert diese Eigenschaft, wenn man es in Leinölfirniß tränkt und langsam trocknet, oder statt dessen kann man auch wollene Lumpen oder Scheerwolle anwenden. Man packe die Munition nur in den dringendsten Fällen um, und bewickle die Kartuschen, statt das Werg mit dem Stopfholz einzudrücken, wodurch die Festigkeit der Beutel leidet, und das Pulver zerdrückt wird.

§. 379.

Bei bald zu verbrauchenden Ladungen für langsames Schießen wendet man der Wohlfeilheit wegen Papier oder auch leinenes Zeug an. Jedoch darf dies niemals bei kleinen Ladungen geschehn, da diese leicht glimmende Stücke zurücklassen. Dagegen kann man bei sehr großen Ladungen, welche den Beutel leicht zerreissen könnten, ohne Gefahr Beutel aus einer 2fachen Papierlage gebildet, anwenden. Liegt das Pulver längere Zeit darin, so wird die vegetabilische Faser, die begierig Feuchtigkeit auffaugt und an das Pulver abgiebt, so unhaltbar, daß das Papier oder das Zeug bei leichter Berührung zerfällt. In beiden Materialien darf daher das Pulver erst kurz vor dem Verbrauch eingefüllt werden.

§. 380.

Für die Revision des Papiers gilt das §. 388. Gesagte.

§. 381.

Da die vegetabilische Faser leicht verbrennlich ist, daher nachglimmt, so ist es vortheilhaft, das Papier durch Eintauchen in Alaun und dann in Leim, theils weniger hygroskopisch, theils weniger entzündlich zu machen. In Bezug auf Unverbrennlichkeit ist Eintauchen in Borax und Salmiak noch mehr zu empfehlen. Ob Papier unentzündlich genug sei, ermittelt man, indem man ein Stück anzündet und ausbläst, es darf sich kein Funken mehr zeigen.

§. 382.

Das Kleben geschieht besser mit Gummi oder Leim, die beide weniger leicht nachglimmen als Stärkekleister. Das Gummi muß dazu ganz rein sein, was man daran erkennt daß es sich klar in Wasser löst, dann klebrig und fadenzie hend ist, und beim Trocknen eine glänzende, spröde, durchsichtige Masse giebt.

§. 383.

Der papierne Beutel läßt meist seinen nachglimmenden

Digitized by Google

Boden im Geschütz, oder treibt ihn ins Zündloch. Man giebt ihm deshalb gern einen wollnen Boden, den man an den Papiercylinder annäht, und durch einen ins Kreuz darunter gelegten doppelten wollnen Faden vor dem Ausreißen beim Füllen schützt.

§. 384.

Nach dem Füllen erhält der Beutel eine Papierplatte, und der Rand wird über diese eingekniffen.

§. 385.

Alle Kartuschen werden in blechnen Büchsen geleert.

§. 386.

Sind die wollnen Beutel leer aufzubewahren, so muß viele Sorgfalt sie vor Mottenfraß zu schützen, angewendet werden. Das Zeug wird zu diesem Zwecke in eine Auflösung von kohlensaurem Natron getränkt. Dann verschließt man die Beutel (nicht mit alten gemengt) in feste Kasten, welche verklebt werden. Vortheilhaft ist es, die Beutel erst in einen leinenen sehr dichten Sack einzubinden, und mit diesen in den Kasten zu legen.

---

c. Die Ladungen für die Handfeuerwaffe.

§. 387.

Mit der Einführung einer neuen Zündmethode beim kleinen Gewehr steht auch eine Umgestaltung der Ladungen für dasselbe bevor. Es kann daher hier nur von den Ladungen für Gewehre, welche mit dem Steinschloß oder einen diesem ganz ähnlichen Perkussionsschloß versehen sind, gesprochen werden.

§. 388.

Das Papier, aus denen die Hülsen gefertigt werden, muß fein sein, darf gegen das Licht gehalten, keine ungleich dicken Stellen noch Blasen oder Kantenrisse zeigen, glatt, nicht wurzlich, es muß ohne Knoten, haltbar sein, nicht dumpfig oder nach Chlor riechen, es muß die erforderliche Größe haben, und eine gewisse Anzahl Bogen dabei ein bestimmtes Gewicht. Wenn man gefärbte Papiere zur Unterscheidung verschiedner Sorten von Patronen anwendet, so untersuche man die bunten besonders sorgfältig auf Haltbarkeit. Muß das Papier lange aufbewahrt werden, so ist es häufig zu lüften, damit es nicht verstocke. Man fertige

Digitized by Google

eine Patrone und sehe, ob sie an der Kugel die richtige Dimension hat.

§. 389.

Das Papier wird, um es undurchdringlich für Feuchtigkeit zu machen, in Leinölfirniß getaucht und getrocknet. Dann schneidet man die Papierblätter für die Patronen daraus.

§. 390.

Das rechteckige Papierblatt erhält die $2\frac{1}{2}$fache Länge der Pulverladung, die dreifache Peripherie zur Breite.

§. 391.

Das Rolliren geschieht auf hölzernen Cylindern, die gleichen Durchmesser als die Kugel haben; an einem Ende sind sie sphärisch ausgehöhlt, so daß die Kugel mit $\frac{1}{4}$ ihres Durchmessers hineinpaßt. Es rollirt sich besser, wenn der Cylinder einen eignen Handgriff hat.

§. 392.

Das Stärkmehl, das um das Streuen des Pulvers zu verhüten, zum Kleben der Patronen angewendet wird, darf nicht dumpfig riechen, beim Umrühren im Wasser darf sich kein schweres Pulver (Gyps, Kreide) zu Boden setzen, es darf sich kein Schaum auf dem Wasser zeigen, sonst fault der Kleister leicht. Um die Mäuse zu verhindern, den Kleister anzufressen, setze man zu dem Stärkmehl $\frac{1}{8}$ Pfefferstaub und gebe beim Kochen Wermuth zu; etwas Alaunzusatz macht den Kleister fähig, länger ohne Faulen aufbewahrt zu werden. Kleister in Leimwasser gekocht bindet besser als reiner Kleister; man giebt auf 16 Theile Stärkmehl einen Theil Leim.

§. 393.

Beim Rolliren bestreicht man die inwendige Kante auf der auswendigen Seite und die auswendige nach innen etwa 2 Linien breit mit dünnem Kleister, und rollirt möglichst fest auf. Man legt dann die Kugel in den Winder, schiebt diesen so zurück, daß die Kugel so weit in die Hülse kommt, daß diese um 1 Kugeldurchmesser über die Kugel vorsteht. Man bestreicht das vorstehende Ende des Papiers mit Kleister, kneift es über der Kugel zusammen, und drückt nun das verschlossene Ende der Patrone in eine passende halbsphärische mit etwas Kleister ausgestrichene Grube. Bindet man die Patrone über der Kugel, so löst sich der Bund oft, und die Kugel, oder wenn zwischen Kugel und Pulver kein Bund ist, auch das Pulver, laufen aus. Ueber die Kugel, auf die Seite, wohin das Pulver kommt, legt

Digitized by Google

man eine 1' lange mit einem Ende befestigte dünne Schnur einmal um die Hülse, und indem man die Patrone am Winder mit der linken Hand hält, zieht man mit der rechten die Schnur an, so daß die Hülse über der Kugel sich verengt, wobei man die Hülse dreht, damit diese Verengung in die Längenachse kommt. Man löst dann die Schnur, und bindet mit festem, in Wachs getränktem ungebleichtem Zwirn; durch diesen Bund verhütet man, daß sich das Pulver nicht zwischen die Kugel an das Papier drängt und die Patrone unkalibermäßig macht.

§. 394.

Die Pulverladung wird gemessen, die Maaße sind abgekürzte Kegel, die kleinere Kreisfläche ist offen; solche Maaße geben gleichmäßigere Quantitäten als cylindrische, weil die abzustreichende Fläche kleiner ist. Die Maaße sind größer als sie sein sollen. Man wägt von jeder neuen Pulversorte einige Ladungen genau ab, schüttet sie in die Maaße, und wenn sie diese nicht genau füllen, schüttet man das Pulver wieder aus, und legt auf den Boden des Maaßes so lange runde Papierscheibchen, bis das so verkleinerte Maaß eben von jenen Ladungen gefüllt wird. Auf diese Weise erhält man auch bei Pulversorten von verschiedenem spez. Gewichte gleiche Ladungsgewichte, wodurch allerdings immer noch keine ganz gleiche Wirkung verschiedener Pulversorten erreicht wird, indem gleiche Gewichte ungleicher Sorten immer noch ungleich wirken. Man kann, da die Wirkung des Pulvers im kleinen Gewehr und im Probirmörser ziemlich parallel geht, nach den Wurfweiten des letzteren die Ladungsgewichte für verschiedene Pulversorten ordnen, und danach die Maaße korrigiren.

§. 395.

Beim Verschluß der Patrone kömmt es darauf an, möglichst jede Bewegung des Pulvers zu verhindern, um Staubbildung zu verhüten, der Feuchtigkeit Eintritt zu verwehren, und eine scharf cylindrische Gestalt zu bekommen, damit die Patronen sich fester in den Packeten lagern. Jedenfalls wird daher das Pulver durch leichtes Schütteln oder sanftes Zusammendrücken mit einem schweren Setzer möglichst dicht aufeinander gelegt werden müssen.

§. 396.

Bei schleuniger Arbeit muß man sich begnügen, die Patrone dicht über dem Pulver zu binden, und das übrige Papier glatt an der Patrone herabzulegen. Beim Abbeißen gebundener Patronen wird aber leicht Pulver verstreut. —

Digitized by Google

Zum gewöhnlich anzuwendenden Verschluß ist der russisch-, schwedisch-sächsische Kniff der vortheilhafteste, indem er die Patrone am festesten verschließt, und das Pulver am besten in seiner Lage festhält. Je schärfer die Brüche sind, und je mehr dieselben geglättet werden, desto fester wird der Verschluß. Man bedient sich dazu eines kleinen messingenen Lineals, mit diesem bricht man das Papier sehr scharf über dem Pulver senkrecht, streicht den leeren Theil der Papierröhre auf dem Tische platt aus und glättet die Brüche. Dann schlägt man beide Ränder des platten Streifens um 2 Linien nach oben um, und glättet diese scharf auf den Streifen nieder. Dann bricht man mit dem Stäbchen den Streifen an der Patrone abwärts und drückt ihn in dieser Lage fest.

§. 397.

Die Patronen werden nun mit normalen Flintenlaufstücken geleert, und zu 10 oder 15 verpackt. Das Umschlagblatt muß ebenfalls aus wasserdichtem Papier bestehn, der Bindfaden muß gewichst sein. Wenn der Soldat die Taschenmunition für lange Märsche einnäht, so geschieht dies besser in wollene als in leinene Zeuge.

§. 398.

Bei Patronen zu gezogenen Büchsen haut man das Pflaster aus Parchent mit Aushauern, legt es, die rauhe Fläche nach aussen auf die Kugel, zieht das Ueberstehende hinten über der Kugel mit einem Faden zusammen, bindet diesen Lappen in den vorderen Theil der Patronenhülse ein, taucht das Pflaster in Talg, und schneidet es vor der Kugel über Kreuz etwas auf.

II. Geschosse und Feuerwerkskörper.

a. Die Zünder der Hohlgeschosse.

§. 399.

Die Erfahrung, daß Hohlgeschosse, wenn sie nur sehr wenig beim Niederfallen in den Boden eindringen, einen großen Theil ihrer Sprengwirkung verlieren, und daß sie dagegen in der Luft, selbst dicht vor dem Ziele springend, dies nur selten oder mit wenigen Sprungstücken verletzen, macht, daß man in neuerer Zeit weniger Werth auf sie

Digitized by Google

als Waffe gegen Truppen legt, so daß sie zu diesem Zwecke allmählig von den Granatkartätschen verdrängt werden dürften. Ihre effektive Wirkung als Vollkugel und die moralische, wenn sie mit lange vorbrennendem Zünder Gefahr drohn, die bei älteren Soldaten, welche ihre geringe Wirkung gesehn, überdies sehr abnimmt, kann es nicht rechtfertigen, sie neben der Granatkartätsche mitzuführen. So lange man sie noch anwendet, muß aber auf die Zünder, in Bezug auf Gleichmäßigkeit der Brennzeit, der Haltbarkeit beim Stoß der Ladung und des Aufschlages, und das Verhindern des Springens dicht vor der Mündung oder in der halben Bahn mehr Aufmerksamkeit gewendet werden, als es bisher geschehn. — Zünder, die sich beim Nieder- oder Anschlagen von selbst entzünden, können nur da von Nutzen sein oder gelingen, wenn das Geschoß nur einen Auf- oder Anschlag machen soll, und dabei auf harte Körper trifft.

§. 400.

Die Zünder der Hohlgeschosse, welche lange transportirt und aufbewahrt werden, mit großer Ladung geworfen werden oder das Ziel mit mehreren Aufschlägen erreichen sollen, müssen große Stabilität haben, damit sie nicht beim Stoß der Ladung oder am Boden im Geschoß abbrechen und die Satzsäule muß Unveränderlichkeit der Brennzeit bei Transport und Aufbewahrung besitzen. Diese Bedingungen lassen sich nur durch metallene Zünder erfüllen; die hölzernen verändern ihr Volumen leicht, sie spalten, brechen im Hohlgeschoß ab, lassen Feuer, wenn sie lange im Geschosse geblieben, zwischen sich und der Satzsäule oder dem Mundloche durch, geben Wasser an den Satz ab und stören die Brenngeschwindigkeit, indem sie mit in den Verbrennungsprozeß hineingreifen. Die Bedingung, daß der Zünder von Metall sein müsse, wird bei den Granatkartätschen noch dringender, da hier genaueste immer den Satzlängen proportional bleibende Brennzeit nöthig ist und die Forderung, daß der Zünder, schon in der Granate befestigt, tempirbar sei, hinzukommt. Für Bomben, welche mit schwachen Ladungen im hohen Bogen geworfen werden, wo der Zünder gleich nach der Anfertigung verbraucht wird, und für Brand und Leuchtgeschoß kann der hölzerne Zünder beibehalten werden.

§. 401.

Die Konstruktion der Zünder muß, wenn das Hohlgeschoß kein Füllloch hat, jedenfalls so gewählt sein, daß es leicht wird, ihn herauszunehmen, um so der Gefahr, welche beim Herausschaffen der bisherigen Zünder droht, zu

Digitized by Google

begegnen, deshalb muß der hölzerne Zünder einen äußeren Vorstand behalten, der aber, wenn er nicht als Bewahrungsort der Zündschnur zu dienen braucht sehr viel stabiler sein kann als die bisher üblichen ausgehöhlten Zünderköpfe, welche beim Packen mit der Zündermaschine leicht ausbrachen. Vor dem Entladen lege man das Geschoß mehrere Tage in einen sehr trockenen Raum, der durch das Austrocknen sich verkleinernde Zünder läßt sich dann bei weitem leichter herausziehen.

§. 402.

Welches auch die äußere Form des Zünders sein mag, so gelten für die Satzfüllung außer dem im Abschnitt Verdichten bereits Gesagten folgende Regeln:

1) Zur Aufnahme des Feuers ist eine Zündschnur (Baumwolle in Pulverbrei getaucht) nicht nöthig. Sie lockert dagegen den oberen Theil der Satzsäule auf, wird Veranlassung, daß dieser lockere Theil durch den Stoß im Geschütz herausfliegt, und daß der Zünder blind geht. Eine Anfeurung (ungekörntes Pulver mit Weingeist) ist eben so wenig nöthig. Soll sie von Nutzen sein, so darf sie nicht reines S. P. sein, sondern muß etwa 10 Prozent S. S. enthalten, damit sie nicht zu rasch verbrennt und dadurch nicht zündet.

2) Je größer der Durchmesser der Satzsäule ist, desto sicherer entzündet sie sich, desto schwerer erlöscht sie.

3) Je mehr S. P. gegen S. S. vorwaltet, desto sicherer entzündlich und fortbrennend ist die Säule, desto schwerer wird aber die Verdichtung.

4) Ein rascher, also viel S. P. enthaltender Satz hat bei aufschlagenden Hohlgeschossen noch den Vortheil, daß schnell ein leerer Theil der Hülse vor der brennenden Satzfläche entsteht, daß also selbst bei frühem Aufschlagen des Geschosses in Erde oder Wasser, diese die brennende Satzfläche schwerer erreichen (§. 171). Auch schützt die höhere Intensität der von S. P. reichem Satze entwickelten Wärme besser vor dem Verlöschen durch Erkältung in Erde oder Wasser.

5) Aus 2, 3, 4 geht hervor, daß die Zünder am besten ihrem Zwecke entsprechen werden, eine je größere Verdichtungskraft disponibel ist.

Digitized by Google

A) Metallner Zünder zum Tempiren im Geschoß für Granatkartätschen mit einem Füllloche.

§. 403.

Der ganz von Messing gefertigte Zünder besteht aus 2 Theilen, der eine ist in das Hohlgeschoß befestigt, der zweite im ersten Theile beweglich. Der erstere besteht aus einer metallnen in die Gewinde des Mundlochs passenden durchbohrten Schraube, in welcher die äußere inwendig genau ausgebohrte Zünderröhre befestigt ist. Diese hat ihrer ganze Länge nach eine 1‴ breite Nute. Wenn die Schraube im Mundloche befestigt ist, wird äußerlich auf der Granate durch einen Strich (Nutstrich), welcher einen Theil eines größten Kreises bildet, die Stelle, wo sich die Nute befindet, genau angegeben.

§. 404.

Der bewegliche zweite Theil besteht aus einer abgedrehten Röhre, welche genau in die äußere mit sehr geringem Spielraum paßt. An sie ist an einem Ende ein vorvorstehender Stift festgelöthet, der sich in der Nute der äußeren Röhre niederschieben läßt. Am andern Ende der Röhre ist eine 2″ im Durchmesser haltende, aus federndem Bleche geschnittene kreisförmige Scheibe befestigt. Die Länge der inneren Röhre wird nach der erforderlichen größten Brennzeit, der je nach Durchmesser der Satzsäule, Zusammensetzung und Verdichtung des Satzes verschiednen Brenngeschwindigkeit so geregelt, daß die für die kürzeste vorkommende Distanze erforderliche Satzsäule um ¼″ größer als die Dicke des Hohlgeschosses am Mundloche ist. Die äußere Röhre ist um so viel kürzer, daß wenn die innere mit dem Stift in der Nute hinabgeschoben wird, und man diese nun um ihre Längenachse etwas dreht, so daß der Stift den unteren Rand der äußeren Röhre berührt, die Scheibe auf dem Hohlgeschoß fest aufgedrückt ist, und durch ihre Elastizität den Stift unten gegen den Rand der äußeren Röhre festdrückt.

§. 405.

Die innere Röhre wird in der ganzen Länge der Satzsäule in so viel Theile getheilt, als die größte Distanze 100 Schritte hat; die Theilpunkte werden bezeichnet und die Röhre an diesen Stellen von dem Punkte, der die kürzeste Distanz bezeichnet, bis zu dem, welcher der größten entspricht, mit ½‴ weiten Löchern durchbohrt. Die Theilpunkte jenseits der kürzesten Distanze bleiben undurchbohrt.

Digitized by Google

Die Löcher liegen so, daß sie eine Spirale um die Röhre bilden. Auf die der Längenachse parallele, durch den unteren Stift gehende Linie, darf kein Loch kommen. — Die Röhre wird zum Laden in einen 2theiligen Stock gesetzt, der zugleich die Seitenlöcher während des Ladens mit eingreifenden Stiften verschließt.

§. 406.

Nach dem Laden wird die Satzsäule durch die Seitenlöcher normal auf die Längenachse sehr genau gleich weit an- und bis auf die entgegengesetzte Metallwand durchgebohrt.

§. 407.

Auf der oberen Scheibe befinden sich Theilstriche, welche jeder der Stelle eines Seitenlochs genau entspricht, indem er die durch die Längenachse und den Mittelpunkt des Lochs gelegte Ebene bezeichnet. Bei den Theilstrichen stehn die Entfernungen angegeben, welchen die Zünderlängen bis zum zugehörigen Loche entsprechen. Die Scheibe hat 2 Löcher, in welche ein Schlüssel paßt.

§. 408.

Die geladene innere Röhre wird äußerlich mit Graphitschmiere bestrichen und in die befestigte äußere mit dem Stift in der Nute hinabgeschoben, wo zuletzt die Scheibe mit einiger Kraft auf die Oberfläche des Geschosses gedrückt werden muß. Beim Hinabschieben ermittelt man durch Seitwärtsdrehen, wenn der Stift über die äußere Röhre hinaus ist, und dreht dann die innere Röhre um etwas um ihre Längenachse, wodurch sich der Stift unter den unteren Rand der äußeren Röhre schiebt, und die Zünderröhre festhält. Die obere Satzfläche wird nun mit Papier beplattet.

§. 409.

Will man den Zünder für eine bestimmte Entfernung tempiren, so dreht man die Scheibe mittelst des Schlüssels, so daß der entsprechende Theilstrich genau mit dem Nutstrich auf der Granate zusammenfällt. Dann steht das entsprechende Seitenloch auf der Nute und kann frei durch diese auf die Ladung wirken, während alle anderen durch die äussere Röhre verschlossen sind.

Digitized by Google

B. Metallene Zünder für Feldhohlgeschosse.

§. 410.

Ein Tempiren der Zünder für gewöhnliche Hohlgeschosse auf die jedesmalige Entfernung ist eine ganz nutzlose Komplikation, da selbst ganz richtig springende sehr wenig mehr Wirkung geben als liegende, und das Tempiren, wo es auf 40 bis 50 Schritt ankommt, schwerer ist, als bei Granatkartätschen, wo bedeutendere Fehler im Ausstoßpunkte noch nicht wesentlich nachtheilig sind. Die Zünder können daher von gleicher Länge und unbeweglich befestigt sein.

§. 411.

Das Material des Zünders ist von bestem Messing. Die äußere Form ein Cylinder, $\frac{1}{3}$ des Durchmessers ist für die Bohrung $\frac{2}{3}$ für die Metallstärke bestimmt. Die Wände dürfen keinenfalls dünner als $\frac{1}{8}$" sein, weil sie sich sonst zu sehr erhitzen und zu früh die Sprengladung zünden konnten. Um eine Zersetzung des Pulvers vom Messing zu verhüten, ist es gut, die Zünder mit Papier zu beleimen. Der Zünder erhält keinen Kopf, aber eine Schraube, mittelst der er in das Mundloch eingeschraubt wird; auf der oberen Fläche sind 2 Oeffnungen für einen Schraubenschlüssel, um den Zünder auszuschrauben. Die Schraube wird mit einer Rostschmiere versehn, damit sie nicht einroste. Die Bohrung ist des leichteren Verdichtens wegen unten geschlossen, hat aber zwei Seitenlöcher. — Oben wird eine Platte aufgeklebt (s. §. 408.) Auch in alte am Mundloch harte Hohlgeschosse kann man die Gewinde einschneiden.

C. Hölzerne Zünder für den Festungskrieg.

§. 412.

Die Zünder erhalten dieselbe Form, wie die obigen, nur sind sie um den Kopf konisch verstärkt, und werden durch Seitwärtsanbohren (Bohrung quer durch Holz und Satz) tempirt. Sie müssen so konstruirt sein, daß etwa $\frac{1}{2}$ Zoll des Zünders beim Einsetzen oben über dem Mundloch bleibt, und der Zünder nicht ganz den Boden des Geschosses erreicht. Das Einsetzen geschieht mittelst einer starken Druckschraube. Zum Ausziehn dienen die bisherigen Maschinen, statt der Schrauben zum Packen dient ein 2theiliger Ring, der dicht am Mundloch umgelegt wird, innerlich hervorste-

Digitized by Google

hende Spitzen hat, und durch Schrauben fest um und in den Zünder eingedrückt werden kann. Der Ring wird dann durch die Schraube gehoben.

§. 413.

Das Verdichten des Satzes geschieht, damit nicht feine Risse im Holze entstehn, nicht durch Schlagen, sondern durch Pression in einem festanliegenden Stocke. Der ursprünglich längere Zünder bekommt auf die oberste Satzschicht noch eine Thonlage, und wird dann bis auf die Satzsäule abgeschnitten.

D. Das Füllen der Hohlgeschosse.

§. 414.

Die Wirkung der Hohlgeschosse der Feldgeschütze beim ernstlichen Gebrauch ist viel geringer, als sie den Erfahrungen im Frieden nach sein sollte; eben so bleibt sie vor der der im Festungskriege verwendeten weit zurück. Man findet auf den Schlachtfeldern eine große Zahl von Hohlgeschossen, bei denen der Zünder nicht Feuer gefangen hat oder verlöscht ist, mehr aber noch bei denen der Zünder ausgebrannt hat, und von der entzündeten Ladung ausgestoßen worden ist, ohne daß das Geschoß gesprengt worden wäre. Entladet man lange transportirte Hohlgeschosse, so erkennt man den Grund der Schwächung der Sprengladung sehr bestimmt. Das Pulver ist theils durch die Bewegung in dem nur halbvollen Raume, theils durch die Reibung der Stücke geschmolzenes Zeug in Staub verwandelt, dieser hat sich gemengt mit den abgeriebenen Theilen des geschmolzenen Zeuges, und das Ganze ist entmengt, indem sich der spezifisch schwerere Salpeter nach unten, die Kohle nach oben gelagert hat. Ein Theil dieses Staubes bildet mit dem Pech, womit das Hohlgeschoß innerlich überzogen, eine Masse. Solcher Staub entzündet, brennt wie ein träger Treibsatz.

§. 415.

Das Ueberziehen der inneren Fläche eines zu längerer Aufbewahrung im gefüllten Zustande bestimmten Hohlgeschosses mit einer harzigen Decke hat bei Versuchen seinen Nutzen in Bezug auf Schutz des Pulvers gegen Feuchtigkeit wirklich dargethan, und ist daher anzuwenden, obwohl sein früherer Zweck: Verhindern, daß das Pulver sich nicht mit innerlich vom Kerne anhängenden Sande menge, bei der neuen Formmethode der Kerne wegfällt. Zu diesem Ueber-

Digitized by Google

zuge muß aber ein Harz gewählt werden, was selbst bei den höchsten Sommertemperaturen nicht weich wird. Dies ist von den Fichtenharzen nur beim Kolophon der Fall, und man wird diesem beim Schmelzen mit Vortheil noch etwas Schellack zusetzen, damit er noch sichrer vor dem Erweichen geschützt werde. Schwarzes Pech, welches bisher gebraucht wurde, erweicht sich schon, wenn die Geschosse handwarm werden.

§. 416.

Die Sprengladung muß sich möglichst wenig bewegen können, damit sie sich nicht in Staub verwandle, deshalb fülle man das Geschoß so dicht wie möglich mit Pulver. Ein Füllloch ist hierzu sehr vortheilhaft, obwohl man es auch entbehren kann. Wenn man das Geschoß so weit füllt, daß der Zünder noch bequem eingesetzt werden kann, so wird sich das Zerreiben der Ladung schon auf ein Unschädliches reduziren.

§. 417.

Man bringe in die Sprengladung, selbst wenn sie sich nur wenig bewegen kann, keine harten Körper nnd keine trägbrennende Substanz, also kein geschmolzenes Zeug. Von den Feldhohlgeschossen haben vielleicht nur 5 Prozent den Zweck zu zünden. Gute weitwerfbare Brandgeschosse werden diesen Zweck sicherer erfüllen, und es ist unrecht, wegen des Nebenzwecks, den Hauptzweck des Hohlgeschosses wesentlich zu beeinträchtigen.

§. 418.

Bei Hohlgeschossen, welche wie dies im Festungskriege der Fall ist, gleich nach dem Füllen verschossen werden sollen, fallen alle diese Rücksichten fort.

E. Beleuchten.

§. 419.

Leuchtgeschosse sind von geringem Nutzen; weil sie für die Ausbreitung der Flamme eine vielfach durchbrochene Hülle haben müssen, so hat diese immer nur geringe Haltbarkeit, man kann sie daher nur mit schwachen Ladungen, also auf kurze Entfernungen werfen; kleine Terrainfalten machen sie oft unwirksam, liegen sie vor dem zu beleuchtenden Gegenstande, so blenden sie, und zwar in dem Maaße mehr als ihre Flamme heller ist, so daß trübe brennende

Digitized by Google

scheinbar besser beleuchten als helle, was aber verschwindet, wenn man durch Vorhalten der Hand das Licht des Geschosses nicht unmittelbar das Auge treffen läßt. Die Geschosse sind leicht wegzunehmen, wogegen Kartätschschüsse nicht sichern; Mordschläge zertrümmern sie zu früh. Ihre Wirkung ist noch am vortheilhaftesten, wenn sie beim Aufschlagen zerspringen und die Satzstücke brennend umherfliegen.

§. 420.

Bei weitem günstiger ist eine Beleuchtung von oben, welche man als Ausstöße von Raketen, Granatkartätschen u. s. w. erhält. Der von einem Fallschirm getragene Körper hat zu geringe brennende Fläche und bei ungünstigem Winde kann man sich selbst für den Feind beleuchten. Dagegen geben viele große Stücke, eine allerdings nur kurze aber sehr vollständige und weitreichende Beleuchtung, die sich wenn man sich der Granatkartätsche bedient, auf jedem beliebigen Punkt, und auf bedeutende Entfernungen hinlegen läßt. Hat man 2 bis 3 Geschütze größeren Kalibers, und schießt aus ihnen aus jedem 1 Geschoß schnell hintereinander, so kann man eine mondscheinähnliche Beleuchtung erhalten, die den Beobachter nicht blendet.

§. 421.

Wenn ein Leuchtgeschoß für Wurfgeschütz gefordert wird, so wendet man ein kugelförmiges, aus Eisen geschmiedetes, Gerippe an, die Stäbe desselben sind nach außen bandartig, nach innen von pyramidalem Querschnitt, das Gerippe hat an zwei Polen sphärische Blechplatten, wovon die eine mit 2 bis 3″ großen Brandöffnungen versehn ist. Man zieht über dies Gerippe einen genau passenden zwillichnen Beutel, dieser wird mit starkem Leimwasser gesteift, und über die nicht durchlöcherte untere Platte zusammengeschnürt. Man schlägt nun die Kugel voll mit Feuerwerkssatz, zieht dann den Beutel oben zusammen und bestreicht ihn mit starkem Leim, den man gut einreibt. Man legt dann oben und unten auf die Platte einen eisernen 2″ weiten Ring und zieht durch diesen Messingdraht oder feste Leine herauf und herunter, rippenartig, so daß die Rippen im Aequator der Kugel etwa 1″ auseinander stehn, und bringt dann noch Bestrickungen wie Parallelkreise an. Diese werden nochmals beleimt und dann das Geschoß in einem Spiegel eingesetzt und mit Leinwandstreifen darin befestigt. In das Mundloch setzt man einen Zünder, und kommunizirt die Brandlöcher, indem man an den betreffenden Stellen durch

den Beutel sticht, mittelst Zündlichten mit dem Zünder wie dies beim Brandgeschoß angegeben wird.

§. 422.

Die Leuchtgeschosse großen Kalibers geben einen ihren höheren Preise durchaus nicht entsprechenden größern Beleuchtungskreis als die kleineren, sie sind dem Zerbrechen mehr ausgesetzt; es ist daher vortheilhafter, mehrere kleine hintereinander statt einen großen anzuwenden; die großen haben blos den Vortheil, daß sie länger brennen, was für die militärischen Zwecke von keinem Nutzen ist. Wenn ein Leuchtgeschoß 2 Minuten wirkt, so ist dies hinreichend, um sich zu orientiren und die Geschütze zu richten.

§. 423.

Der Beleuchtungskreis, in welchem man bei nicht nebliger Luft deutlich die Gegenstände erkennt, ist auf 600 Schritt etwa 20 Schritt im Durchmesser; wenn der Wind normal auf die Schußrichtung steht, auf der Windseite etwa doppelt so groß, als auf der andern, weil hier der starke Rauch verdickt, die Brennzeit $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Stunde.

§. 424.

Zum Beleuchten von Breschen u. s. w. dient in Schaalen oder Schüsseln irgend eines Materials abgebrannter Feuerwerkssatz, den man in Portionen nachträgt. Da er ruhig und ohne Funkenwerfen brennt, ist er gefahrlos für die Munition; er wird auch nicht leicht vom Regen gelöscht. Durch weißangestrichne Reverbère kann man die Lichtintensität nach der geforderten Richtung hin noch stark vermehren.

F. Brandkörper.

§. 425.

Das bisherige Brandgeschoß ist wegen seiner geringen Wirkung nur wenig benutzt worden. Ist es von der Güte, bis zu welcher es gesteigert werden kann, so wird es aus Rohr- und Wurf-Geschütz im Feld- und Belagerungskriege eine furchtbare Waffe mehr, indem es gegen Munitionsfahrzeuge selbst gegen Truppen gebraucht, gefährlicher wird, als die Granate. Es wird dann die immer gefährlich und umständlich zu handhabende glühende Kugel ganz entbehren lassen, und für den See- und Küstenkrieg wichtig werden.

Digitized by Google

§. 426.

Das Geschoß muß die Treffähigkeit des Hohlgeschosses haben und muß eine möglichst große Satzmasse fassen, der Satz muß eine große sich weit ausbreitende Flamme geben, und die Hülse rothglühend zurücklassen.

§. 427.

Um diesen Bedingungen zu entsprechen, bedient man sich am besten geschmiedeter Hohlgeschosse von 2 bis 3 Linien Metallstärke, welche hinreichende Haltbarkeit haben, um den Schlag eines 5′ herabfallenden 600 Pfd. schweren Gewichtes auszuhalten, und des §. 236. u. f. f. angegebenen Satzes. Man schlägt die Hohlkugeln damit möglichst fest voll, wobei die Satzmenge etwa ⅓ so viel wiegt als das leere Geschoß, und setzt in das Mundloch einen Zünder, in die Brandöffnungen Stücken Zündlichte, welche aber mit einer Mengung von 50 Theilen S. P. auf 50 S. S. geladen sind und mit dem Zünder kommuniziren. Die Brandöffnungen verschließt man mit Wachsstaffplatten. Diese Brandöffnungen müssen so groß sein, etwa 2″ im Durchmesser, daß die Flamme sich, ohne zu rauschen, ganz ruhig brennend entwickelt. Wenn der Zünder ausgebrannt ist, giebt er den 4 Zündlichtern Feuer, die den Satz anzünden, die Platten verbrennen und die Ausströmungslöcher frei machen. Unter den Zünder legt man etwas lockern Satz von gleicher Zusammensetzung mit den angegebenen Zündlichtern.

§. 428.

Aus kleinem Gewehr soll nach Congreve (Patent von 1822) ein kleines raketenartiges Geschoß ebenfalls eine gute Zündwirkung geben.

§. 429.

Kein Geschoß, welches zünden soll, darf eine Sprengladung enthalten, auch muß alles vermieden werden, was zu Detonationen Veranlassung geben könnte (z. B. Luftblasen im Satze), weil die Detonation einen heftigen Wellenschlag in der Atmosphäre erzeugt, der durch die Masse zuströmender kalten Luft die schon gebildete Flamme wieder verlöscht.

§. 430.

Kann man sich dem zu zündenden Gegenstande nähern, und hat man längere Zeit, so beflicht man einzelne Theile mit Reisig, Stroh u. s. w. begießt diese reichlich mit Theer und streut in diesen Feuerwerkssatz. Ist man eilig, so füllt man den Brandsatz in leinene Säcke und legt diese oder bindet sie an die zu zündenden Theile. Jedenfalls ist es vortheilhaft, wenn man die zuerst zu zündenden Hölzer mit einem Beile einhaut, so daß sie splittern.

Digitized by Google

G. Stankkugeln.

§. 431.

Die Stankkugeln wurden bisher nicht als Geschoß gebraucht, sondern nur als mit Satz gefüllte Säcke in Minengängen verbrannt, um den feindlichen Mineur zu vertreiben. Wenn der Satz aber ein nicht athembares Gas (§. 239.) in großer Menge entwickelt, so kann man auch damit gefüllte Hohlgeschosse mit großem Vortheil zum Vertreiben des Feindes aus Defensions-Kasematten anwenden. Hat man gegen solche Werke Batterien errichtet, so werden sehr dünne geschmiedete oder auch gewöhnliche gegossene Granaten aus Rohrgeschütz durch die Scharten geschossen, die Kasematte sicher inpraktikabel machen.

§. 432.

Ueberall da, wo die Stankkugel blos hingelegt werden soll, thut eine Leuchtkugel, da sie denselben Satz enthält (§. 239. und §. 228.), auch denselben Dienst, so daß es dazu keines besondern Feuerwerkskörpers bedarf.

H. Signalfeuer.

§. 433.

Die Signale müssen bei Tag und Nacht bemerkbar sein, am Tage wird man sich mit einem einfachen Zeichen begnügen müssen, des Nachts ist aber eine Telegraphirung möglich. Die Signale müssen von allen äußern Zufälligkeiten, Feuersbrunst, Blitz, Unvorsichtigkeit, böser Wille, durchschleichende Patrouillen geschützt sein, einen sichern Erfolg geben, keine Verwechslung mit ähnlichen Erscheinungen zulassen, immer bereit und der Verderbniß durch Transport und Aufbewahrung nicht ausgesetzt sein.

§. 434.

Am geeignetsten sind zur Signalisirung ein- bis zweizöllige Stabraketen, denen man Ausstoßbüchsen giebt. Für das Tagsignal ist ein explodirender Ausstoß sehr vortheilhaft, weil man einen in der Höhe erzeugten Knall sehr weit hört. Eine stark geladene Granate ist daher immer am angemessensten. Nächstdem ist ein Fallschirm mit einer Büchse, die einen langsam brennenden Treibsatz mit kleinen Steinkohlen, Haaren u. s. w. gemengt enthält und

Digitized by Google

beim Brennen einen sehr dunklen starken Rauch giebt, zu empfehlen.

§. 435.

Zur Telegraphirung des Nachts eignen sich die vom Fallschirm getragenen Büchsen nicht, weil diese eine zu kleine brennende Fläche haben, die man besonders bei bunten Flammen, welche nur geringe Lichtintensität besitzen, nicht weit sieht. Bunte Kugeln von 1½" Durchmesser, die ringsum brennen, sind viel vortheilhafter. Hat man weiße, grüne, blaue, rothe und gelbe Kugeln, gebildet aus den Sätzen (§. 229. bis 235.) mit Gummiwasser, vorräthig in blechernen Büchsen, so kann man die auf die Rakete aufgesetzte und geladene Ausstoßbüchse mit einer, mit 2, mit 3, mit 4 oder mit 5 Farben füllen, wodurch man folgende 29 Kombinationen erhält:

weiß (a)	grün (b)	blau (c)	roth (d)	gelb (e)
ab	bc	cd	de	
ac	bd	ce		
ad	be			
ae		cde		
abc	bcd			
abd	bce			
abe	bde			
acd				
ace	bcde			
ade				
abcd				
acde				
abcde				

Man kann diesen 29 Kombinationen 29 Begriffe unterlegen, und den Kombinationen von 2, 3, 4 Raketen mit bunten Ausstößen wieder verschiedenen Sinn unterlegen. Vor dem Beginn des Telegraphirens würde eine knallende Rakete jedesmal als Avertissement vorausgehn.

§. 436.

Eine einzöllige senkrecht steigende Rakete sieht man bei klarem Wetter 7 bis 8 Meilen weit, also drei- bis viermal so weit als Telegraphen auseinanderliegen. Die bunten Flammen sieht man aber nicht so weit als die weißen. Man hört das Rauschen und die Explosion selbst kleinerer Raketen weiter als den Schuß 12pfündiger Kanonen. Den Rauch einer qualmenden Büchse sieht man bis 3 Meilen sehr deutlich. Ein feuriger Schweif, der durch Einmengen funkengebender Substanz in den Satz (§. 223.) erzeugt wird, ist

Digitized by Google

nur auf kleine Entfernungen sichtbar; der Satz wird durch jenen Zusatz locker und hygroskopisch, und verdirbt leicht durch Transport und Aufbewahrung.

I. Die Rakete.

§. 437.

Die Rakete ist eine mit trockenem sehr verdichtetem Treibesatz (§. 217 u. f.) geladene Röhre, welche 12 bis 18 mal ihren Durchmesser zur Länge hat, und deren Satzcylinder am hintern Theil mit einer concentrischen Aushöhlung (Bohrung) versehen ist (§. 361.) Die Rakete dient theils selbst als Geschoß, wo ihr Vordertheil mit einer eisernen Halbkugel geschlossen ist, oder als Träger eines Geschosses oder eines zum Signalisiren bestimmten Körpers, wo diese dann ebenfalls auf den vorderen Theil der Röhre befestigt sind.

§. 438.

Die Bewegung der Rakete wird dadurch hervorgebracht, daß sich durch die Entzündung der Satzfläche der Bohrung eine große Menge sehr gespanntes Gas entwickelt, welches, nach allen Seiten gleich drückend, nur an der hinteren Seite der Röhre einen Ausweg findet, wodurch der hier wirkende Druck vernichtet, und der in entgegengesetzter Richtung nach vorn wirkende, nicht mehr kompensirt wird, so daß er eine Bewegung nach dieser Richtung hervorbringt. Diese Wirkung ist nicht wie bei Ladungen von gekörntem Pulver, wo die Verbrennungszeit als für die Praxis verschwindend betrachtet werden kann, eine nur augenblickliche, sondern sie dauert, wenn die Röhre schon in Bewegung, noch fort, wodurch die Bahn der Röhre eine ganz andere wird, als die des durch einmalige Wirkung getriebenen Geschosses. Je kleiner die im ersten Augenblick brennende Fläche ist, je kohlenarmer und je dichter der Satz, desto längere Zeit brennt die Satzmasse, desto länger hält dieser Nachschuß neuer Treibkraft an. Dadurch, daß hier nicht eine plötzliche, sondern eine allmählige Entwicklung der treibenden Gase statt hat, bedarf die Umhüllung der Ladung sehr bedeutend geringerer Haltbarkeit und somit auch geringerer Schwere, als das Rohr (Geschütz) für die plötzliche Wirkung. Man ist daher im Stande, Geschosse auf diese Weise von Stellen abzuschießen, wo jene schwere Umhüllung gar nicht

Digitized by Google

hinzubringen wäre. Allerdings wiegen diese einzeln leichten Ladungsumhüllungen für eine große Zahl Geschosse so viel und mehr als die eine schwere für alle Ladung zugleich brauchbare und schon bei etwa 70—100 Stück steht das Gewicht gleich, allein es vertheilt sich bei jeder Rakete in 2—3 einzelne Stücke, die jedes für sich transportirt werden. Wenn schon in der kurzen momentanen Verbrennung einer Geschützladung die Veranlassung zu sehr verschiedener Wirkung liegt, so werden diese bei der 2 bis 4 Sekunden langen Verbrennungszeit der Raketenladung noch fühlbarer heraustreten, dazu kömmt die unregelmäßigere Gestalt der Rakete, welche die Bahn stört; es ist also zu vermuthen, daß die Rakete niemals ganz die Trefffähigkeit der Geschützkugel erreichen und diese daher nie vollständig ersetzen wird; auch müssen die Geschwindigkeiten der Raketen immer viel kleiner bleiben als die der Geschützkugeln; doch wird die Rakete gewiß an sehr vielen Stellen, z. B. im Gebirgskriege, das Geschütz mit Vortheil ersetzen, besonders da die auf den Boden gelegte Rakete einen viel rasirenderen Schuß giebt, als die immer mit einem Einfallswinkel den Boden treffende Geschützkugel.

§. 439.

Bei gegebenem Gewichte der Rakete und festgestellter Zusammensetzung und Dichtigkeit des Treibsatzes, wird die Anfangsgeschwindigkeit um so größer sein, je heißer und größer die sich bei der ersten Entzündung erzeugte Gasmenge ist, d. h. je größer die zuerst brennende Satzfläche im Verhältniß der Ausströmungsöffnung am hintern Ende der Röhre ist, ganz gleichviel welches die Form dieser Flächen ist. Das Maximum für die Ausströmungsöffnung ist der Querschnitt der Röhre, sie kann durch in den Boden eingelegte durchlöcherte Platten beliebig verkleinert werden. Das Maximum für die Bohrungsfläche wäre, wenn sich an der Hülse ringsum nur eine ganz dünne Satzschicht befände. — Wenn die Form der brennenden Fläche, also die Gestalt der Bohrung, für die Anfangsgeschwindigkeit nicht in Betracht kommt, sondern nur die Größe der Fläche, so ist sie doch für die in den folgenden Abschnitte sich entwickelnden Nachschüsse an Treibkraft sehr einflußreich. Das Verbrennen schreitet schichtenweise fort; war die Bohrung cylindrisch, so wird die Brennfläche von Anfang bis zuletzt zunehmen und im letzten Augenblick des Brennens wird die brennende Fläche, also auch die Gasspannung das Maximum erreichen, und dann plötzlich versiegen. Ist die Bohrung konisch, reicht der Konus

durch den ganzen Satzcylinder, und hat er eine kleinere Basis als der Querschnitt der Röhre, so nimmt die brennende Fläche und mit ihr die Gasspannung so lange zu, bis die Basis des Kegels dem Querschnitt der Röhre gleich geworden, wo sie ihr Maximum erreicht, dann wird sie bis zum Versiegen immer gleichmäßig kleiner. Je nach der Form der Bohrung werden daher Raketen von gleicher Schwere, gleichem Satze, gleicher Satzverdichtung, gleicher Ausströmungsöffnung und gleicher anfänglichen Brennfläche, doch sehr verschiedene Bahnen durchlaufen. — Diese Bahnen werden wieder noch modifizirt, wenn die Ausströmungsöffnungen nicht für die Brennzeit konstant sind, sondern sich mit der fortschreitenden Ausbrennung vergrößern, entweder bis zum Querschnitt der Röhre, oder bis zu einer Größe, welche zwischen diesen und der anfänglichen Größe liegt.

§. 440.

Da bei dem cylindrischen Bohrloche und gleichbleibender Ausströmungsöffnung die Gasspannung am schnellsten, bei der konischen Bohrung und der sich erweiternden Ausströmungsöffnung am langsamsten wächst, so werden die Hülsen für jene die größte, für diese die geringste Haltbarkeit bedürfen.

§. 441.

Je kohlenhaltiger der Satz (also je mehr S. P. gegen S. S.) ist, desto mehr Gas giebt er bei gleicher Verdichtung. Je größer die Verdichtung, desto mehr Satz geht in ein gleiches Volumen, und desto langsamer verbrennt ein gleiches Gewicht, desto länger ist daher aus doppeltem Grunde die Brennzeit. Je größer die Rakete ist, desto weniger kohlehaltig muß der Satz sein, weil die Haltbarkeit der Hülse sehr bedeutend abnimmt, je größer sie wird, und die Gasspannung bei gleichem Satz desto größer ist, je mehr auf einmal verbrennt.

§. 442.

Für die Größe, welche die anfängliche Brennfläche haben muß, giebt es bei bestimmter Ausströmungsöffnung, bei festgestellter Satzmischung und Dichtigkeit ein Minimum, welches durch den Widerstand, den die Röhre, durch ihr Gewicht oder durch ihre Reibung an der Unterlage, der Bewegung entgegenstellt, bedingt wird. Je größer dieser Widerstand ist, je kohlenarmer der Satz, je größer seine Verdichtung, desto größer muß die anfängliche Fläche sein; ist sie kleiner, so bleibt die Rakete so lange unbewegt, bis durch Ausbrennen des Satzes eine so große Brennfläche entstanden, daß das

Digitized by Google

erforderliche Verhältniß zwischen ihr und der Ausströmungsöffnung, also die erforderliche Gasspannung entstanden ist; kann eine solche Größe der Fläche wie sie erfordert wird, gar nicht entstehn, wie dies z. B. statt hat, wenn die Rakete ganz massiv geladen und der Satz daher in flachen Schichten, welche auf die Längenachse normal stehen, verbrennt, so entsteht gar keine Bewegung.

§. 443.

Es kömmt aber nicht blos auf die Spannung, welche das Gas hat, an, sondern auch auf die Menge des gespannten Gases, so daß nicht blos ein relatives Verhältniß zwischen Ausströmungs- und Brennfläche, abgesehen von ihrer absoluten Größe, statt hat, sondern diese hat auch für jede Rakete ihr Minimum.

§. 444.

Je mehr die Minima in Gasspannung und Gasmenge im ersten Augenblicke des Brennens überschritten werden, desto größer ist die Anfangsgeschwindigkeit, desto kürzere Zeit dauert der Nachschuß von Treibkraft, desto mehr nähert sich die Art der Bewegung der Rakete, der eines mit einmaliger Explosion fortgetriebenen Geschosses, abgesehen von den Modifikationen, welche die cylindrische Gestalt der Rakete bedingt. Da die Elemente zur Längenabweichung der Wurfweiten zunehmen müssen, je länger die Brennzeit des Satzes ist, so werden auch jene Längenabweichungen in dem Maaße abnehmen müssen, als die Brennzeit sich verkürzt; dagegen dürfte aber die Größe der Schußweite und der Perkussion mit der Länge der Brennzeit zu nehmen. Die größte Geschwindigkeit liegt bei der Rakete nicht im Anfange der Bahn, sondern je nach der Größe und Form der Bohrung im ersten Drittel oder der Hälfte derselben bei cylindrischer Bohrung an dem Punkte, wo das Brennen aufhört, bei konischer etwas vorher, sie scheint 700′ in der Sekunde nicht zu überschreiten. Die mittlere Geschwindigkeit durch die ganze Bahn ist 400 bis 500′ in der Sekunde. Je näher die größte Geschwindigkeit am Anfange der Bahn liegt, desto größere Wurfweite erhält man, wenn man sich 45° Elevation nähert; je mehr die größte Geschwindigkeit vom Anfange der Bahn abliegt, desto abweichender wird die Bahn, und dann liegen die höchsten Wurfweiten bei 55° Elevation. Für Raketen, die im Bogen abgeschossen werden sollen, ist die den Geschützgeschossen ähnliche Bahn, also große Anfangsgeschwindigkeit, am besten entsprechend, für die, welche am Boden fortlaufen sollen, eine kleine Geschwindigkeit aber

Digitized by Google

lang anhaltendes Kraftentwickeln. Die Einfallswinkel sind im Verhältniß der Elevationswinkel größer als bei der Kugelbahn, was vortheilhaft für die Wirkung der Bogen-Rakete ist. Die Bahnen werden um so regelmäßiger, je höher die Elevationen sind, und desto weniger vom Winde abhängig, je größer die Anfangsgeschwindigkeit ist.

§. 445.

Da die Bewegung der Rakete durch den nicht aufgehobenen Druck des Gases gegen die vordere Seite der Röhre entsteht, so muß diese, besonders wenn die Gasspannung im ersten Augenblick sehr groß ist, also stoßend wirkt, sehr widerstandsfähig sein. Es würde schwer werden, diesen Widerstand durch irgend einen festen Verschluß der Röhre zu erreichen, namentlich wenn dieser Verschluß durchbohrt sein muß, um am Ende der Brennzeit der Röhre dem aufgesetzten Hohlgeschoß oder dem Brandgeschoß oder dem Signalkörper, das Feuer mittheilen zu können. Man erreicht dies aber leicht, wenn man von dieser Stelle dem Druck des Gases einen entgegengesetztwirkenden, wenn auch schwächeren entgegensetzt, der wie eine Druckfeder wirkt und die Heftigkeit des Stoßes durch Elastizität mildert; dies geschieht, indem man die Bohrung nicht durch die ganze Länge der Satzsäule hindurchführt. Die obere Fläche entzündet sich dann gleich Anfangs mit, entwickelt ihr Gas in der der Kraft entgegengesetzten Richtung (von vorn nach hinten), und indem das hier entwickelte Gas einigen Widerstand leistet, wird der vordere Verschluß der Röhre vor dem Herausgestoßenwerden geschützt. Diese Satzschicht, welche über der Bohrung massiv stehn bleibt, nennt man, einer älteren unrichtigen Ansicht zur Folge, Zehrung; sie darf jedenfalls nicht länger brennen, als die Satzwände um die Bohrung, sonst giebt dies Nachbrennen Störungen in der Bahn, ohne den Nachschuß an Kraft zu erhöhen.

§. 446.

Man giebt der Ausströmungsöffnung meist $^2/_3$ des Durchmessers des Satzcylinders, der Bohrung 10 bis 12 solche Durchmesser und der Zehrung die Dicke der an der Ausströmungsöffnung stehen gebliebenen Satzwand zur Höhe, das Maximum ist $^1/_2$ Durchmesser. Je kleiner die Anfangsgeschwindigkeit sein muß, desto kürzer wird die Bohrung.

§. 447.

Die Hülse der Rakete ist vom weichsten Blech (etwa $^1/_{20}$ Durchmesser stark), ihre Anfertigung ist ganz die der Kartätschbüchse. — Sie wird inwendig, um sie vor Rost

Digitized by Google

zu schützen, mit Firniß und Kohlenpulver gestrichen. Gelöthete Hülsen müssen sehr stark sein, werden dadurch schwer und theuer, und verbrennen leicht beim Löthen; papierne müssen sehr dick gemacht werden, geben dadurch einen großen Querschnitt und sehr großen Widerstand in der Luft, sie sind hygroskopisch, greifen in den Verbrennungsprozeß störend ein, das Ausströmungsloch brennt unregelmäßig aus, sie haben eine geringe Haltbarkeit, ihre Anfertigung ist schwierig.

§. 448.

Die Länge der Hülsen richtet sich nach der Länge der Bohrung und Zehrung; auf diese muß noch 1 Durchmesser Höhe für den Thonpfropf (§. 359.) und 1 bis 1½ Durchmesser für die Befestigung des zu tragenden Körpers gerechnet werden. Zur Umbärtelung für die Ausströmungsplatte gehört etwa ½ bis ⅔ Zoll Länge. Die Ausströmungsplatte ist von Eisen. Bei Brand-Raketen bleibt der Thonpfropf weg, dafür tritt eine 5 bis 6 Durchmesser lange Säule, Brandsatz, ein, die Hülse muß also um so viel länger sein, und über dem Brandsatze noch die obengeforderte Länge zur Befestigung des Geschosses haben. So weit der Brandsatz reicht, hat die Hülse ¼ bis ½″ weite Brandlöcher. Den Durchmesser (Kaliber) der Hülsen bestimmt man am Besten nach Zollen. Für Signalisirung reicht ein Durchmesser von 1 bis 2″ aus; als Selbstgeschoß hat die Rakete dieselbe Dimension als Geschoßträger, steigt man bis zu 6″. Da aber die Schwierigkeiten der Bereitung sich mit jedem Zolle Durchmesser, in außerordentlich rasch steigender Progression mehren, so wird man fürs Erste nicht wohl über 4″ Durchmesser habende, fertigen. Die getragenen Geschosse liegen zwischen der 2½″ Voll- und der 8″ Hohlkugel. Die Rakete wiegt mit dem Zubehör etwa mindestens 2mal so viel als das Geschoß, das sie trägt. Das spezifische Gewicht des ganzen Systems muß mindestens 3,0 betragen; je geringer es ist, desto einflußreicher werden äußere Umstände.

§. 449.

Das von der Rakete getragene Geschoß ist entweder von gleichem Durchmesser als die Röhre, und dieß ist meist dann der Fall, wenn die Rakete an sich als Geschoß dienen soll, oder es ist größer. Es ist ferner massiv oder hohl. — Die massiven sind nur halbsphärisch und haben einen cylin-

Digitized by Google

drischen Aufsatz, womit sie in die Hülse über der Thonschicht festgenietet werden. Die hohlen sind kugelförmig, werden mit aufgeleimten Band- oder mit Blechstreifen auf die Hülse aufgebunden. Die mit Brandsatz gefüllten Geschosse sind, wo sie in die Hülse kommen, offen, damit sich der in der Hülse befindliche Brandsatz mit entzünde; sie sind zur Seite mit Brandlöchern versehen. — Büchsen zu Ausstößen, Fallschirmen u. s. w. werden lose mit übergreifender Tülle auf die Hülse gesetzt, damit sie leicht gewechselt werden können.

§. 450.

Um den mit Spreng- oder Ausstoßladungen versehenen Aufsätzen das Feuer mitzutheilen, haben sie selbst eine Zündröhre, und der Thonpfropf über der Zehrung wird durchbohrt und in die Bohrung ein mehr oder weniger rascher Satz verdichtet. Beim Durchbohren des Thonpfropfs darf man den Satzcylinder nicht mit anbohren, sonst entsteht hier eine entgegengesetzt wirkende Gasspannung, die den Thonpfropf und den Aufsatz abstößt.

§. 451.

Die Rakete mit ihrem Aufsatz ist niemals so genau zu arbeiten, daß ihr Schwerpunkt in die Längenachse fällt und bei seiner Verrückung beim Ausbrennen immer darin bleibt; je geringer die Anfangsgeschwindigkeit, desto sichtbarer tritt dieser Einfluß hervor; es muß daher dafür Sorge getragen werden, daß sie trotz diesen Unregelmäßigkeiten in der Bahn bleibt; sie hat überdies die Neigung gleich im ersten Augenblick ihrer Bewegung sich nach unten zu senken, sobald sie sich von der Unterstützung, welche sie bisher getragen, gelöst hat. Legt man sie, um dieses letztere zu beseitigen, auf den Erdboden, so kann sie bei einem heftigen Stoße, wenn die Treibkraft noch im Entwickeln begriffen ist, nicht blos seit- oder aufwärts wie jedes Geschoß abprallen, sondern sie kann sogar durch die noch fortwirkende Kraft rückwärts getrieben werden. Auch dies muß man verhüten.

§. 452.

Soll die Rakete zum Bogenschuß oder zum senkrechtem Aufsteigen gebraucht werden, so ist die vortheilhafteste Methode diese Schwankungen zu beseitigen, daß man ihr eine Rotation um die Längenachse giebt; dies durch äußerlich

Digitized by Google

vorstehende Flügel, Spiralen u. s. w. zu erzielen, ist unvortheilhaft, weil dadurch der Luftwiderstand bedeutend vermehrt wird. Viel besser geschieht es auf die Weise, daß man vor das Mundloch ein aus 4 schrägen Flügeln versehenes blechernes Rad, gleich denen, welche zum Ventiliren in Fenster eingesetzt werden, befestigt. Es muß 2 bis 3″ vom Ausströmungsloche abstehn, einen größeren Durchmesser als die Röhre selbst haben, und in einem Blechcylinder luftdicht eingesetzt sein, so daß die Gase nur zwischen den Flügeln hindurch entweichen können. Wenn die schrägen Flügel von den Gasen getroffen werden, weichen sie zur Seite aus, und geben der Rakete die Drehung. Da die Büchse, welche das Rad enthält, größer ist als die Rakete, so ist es vortheilhaft, dieser vorn einen Aufsatz von gleichem Durchmesser als der Büchse zu geben, und über diese beiden eine Blechhülse zu schieben, wodurch die Reibung der vorstehenden Theile in der Luft vermieden wird.

§. 453.

Für Raketen, welche während der Brennzeit Aufschläge machen sollen, reicht diese Vorrichtung nicht hin, das Ueberschlagen zu verhüten. Diesen Raketen giebt man einen 20 bis 25 Röhrendurchmesser langen Stab von Holz. Dieser wirkt im Bogenwurf so lange die Rakete in ihrer Bahn bleibt, und er in der Richtung seiner Längenachse fortgezogen wird, nur durch seine Schwere, macht aber die Rakete irgend eine Bewegung, wodurch die Richtung seiner Längenachse verändert wird, so drückt er mit einer Seitenfläche gegen die Luft und verhindert dadurch die Abweichung. Beim Anschlagen auf die Erde verhindert er, wenn er fest genug ist, nicht abzubrechen, das Ueberschlagen. Da seine Hülfe wie die aller steuernden Vorrichtungen an der Rakete nur so lange wichtig ist, als sich in jener noch Treibkraft entwickelt, d. h. so lange sie noch brennt, so kann er sich später ohne wesentlichen Nachtheil lösen, er geht dann selbst mit der erhaltenen Geschwindigkeit weiter und wirkt mit als Waffe. Da er die Länge der Rakete bedeutend vergrößert, so vermehrt er auch ihre Prekussionskraft, indem, wenn die vorderen Theile ihr Bewegungsmoment an dem getroffenen Körper bereits abgegeben haben, jeder hintere noch bewegte Theil sie vorwärts treibt, was so lange fortgeht, bis alle Theile der ganzen Länge in Ruhe sind. Deshalb hat die Stab-Rakete, bei geringerer Geschwindigkeit als das Kugelgeschoß des Geschützes, auch wenn sie schon völlig ausgebrannt ist, eine bedeutend größere Prekussion als jenes mit der größten

Digitized by Google

Anfangsgeschwindigkeit abgeschossen, und übertrifft hierin jedes andere Geschoß. Deshalb ist der Stab das vortheilhafteste Steurungsmittel für die Rakete als Waffe. Er muß sehr gerade, daher auch von sehr trocknem Holze gefertigt sein, damit er sich nicht werfe.

§. 454.

Der Stab kann entweder in der Längenachse der Rakete oder ihr zur Seite parallel mit der Längenachse befestigt werden. Die erste Art der Anbringung ist vortheilhafter, weil der an der Seite vorstehende Stab, der sich beim Fluge nach oben stellt, einen unsymetrischen Luftwiderstand hervorbringt, der ein Aufsteigen der Rakete in der Bahn bedingt. Dagegen erfordert die Anbringung in der Achse eine sehr feste Bodenplatte, und damit diese dem großem Drucke nicht nachgebe, eine starke Hülse, wodurch diese theuer wird und schwer zu fertigen ist. Die Ausströmungsöffnung kann dann nicht mitten in der Bodenplatte liegen, sondern muß in mehrere Löcher vertheilt werden, die symetrisch um den Stab vertheilt sind. Man ist bei diesen Raketen auch an eine gewisse Größe der Bohrung gebunden.

§. 455.

Je kleiner die Anfangsgeschwindigkeit der Rakete ist, desto länger bedarf sie einer Unterstützung auf der Unterlage. Raketen mit kleiner Bohrung, wie es die mit dem Stab in der Mitte sind, bedürfen daher für den Bogenschuß einer längeren Unterstützung, man schießt sie daher aus 6 bis 10′ langen Röhren, die hinten und vorn einzuklappende Füße haben. Raketen mit dem Seitenstabe kann man wegen ihrer nicht cylindrischen Gestalt nicht aus Röhren schießen, man muß ihnen deshalb große Anfangsgeschwindigkeit geben, damit sie keiner langen Unterstützung bedürfen, man wendet daher stativartige Gestelle an, welche mittelst einer kurzen nach einem Gradbogen zu elevirenden, leicht seitwärts drehbaren Rinne nur den Stab an einer Stelle halten, ihn aber bei dem Beginnen des Vorgehens sogleich freilassen, indem sich die Wirbel, die ihn halten, durch das nach vorn schieben von selbst öffnen. Die Gestelle sind 12 bis 18 Pfd. schwer. — Sollen Raketen, welche eigentlich bestimmt sind, auf den Boden gelegt abgeschossen zu werden, also eine geringe Anfangsgeschwindigkeit haben, auch von Gestellen im Bogen geschossen werden, so giebt man diesen Federn, welche die Raketen mit einer bestimmten Kraft festhalten, und sie erst loslassen, wenn sie eine bestimmte Treibkraft erreicht haben.

Digitized by Google

§. 456.

Der Schwerpunkt des Systems kommt bei den Raketen ohne Stab nur so fern in Betracht, als er in der Längenachse liegen muß; man centrirt daher die ungeladene Rakete genau, und sind die Vorrichtungen beim Laden gut, so wird die Rakete auch centrisch bleiben. Beim Ausbrennen des Satzes verrückt sich der Schwerpunkt in der Längenachse, und es scheint am vortheilhaftesten, ihn dadurch möglichst an derselben Stelle zu halten, daß man die Lage des Schwerpunkts des Satzcylinders nebst Ausbohrung berechnet, diesen auf die Hülse aufträgt und durch centrische Beschwerung des vorderen oder hinteren Theils der leeren Röhre, ihr ebenfalls diesen Schwerpunkt giebt. — Bei der Stab-Rakete muß der Schwerpunkt anders liegen. Bei der Rakete mit dem Stab in der Mitte wird man jedenfalls den Schwerpunkt in die Längenachse legen, bei dem Seitenstabe ist der Schwerpunkt aus der Längenachse verrückt, man muß ihn daher durch Erschwerung der Hülse auf der entgegengesetzten Seite in die Längenachse der Hülse zurückführen. Es handelt sich nun noch darum, in welchem Punkt der Längenachse man ihn zu legen hat, es scheint sogar nach einigen Versuchen von Garnerin, als sei es vortheilhaft, den Schwerpunkt absichtlich unter die Längenachse zu legen. Durch die große Seitenfläche, welche die Stab-Rakete bietet, wird sie sehr abhängig von der Windrichtung, und es ist daher wichtig, so viel als möglich diese Einwirkung aufzuheben. Der Schwerpunkt muß hier so liegen, daß wenn man den Querschnitt der Rakete verzeichnet, von dieser Fläche den Schwerpunkt sucht und seine Lage auf der Rakete bemerkt, er einige Zoll vor dieser Bezeichnung zu liegen kommt. Wenn dann ein von links kommender Wind die Rakete rechts wegzutragen strebt, so findet er hinter dem wirklichen Schwerpunkte eine größere Fläche als vor demselben, er dreht daher die Rakete um etwas um diesen Punkt, wodurch der Vordertheil dem Wind entgegengeht. Man kann die Lage des Schwerpunkts leicht so abpassen, daß diese Drehung gegen den Wird, das Fortgetragen werden durch denselben, grade ausgleicht, und die Rakete bei jedem Winde Linie hält. Der Schwerpunkt kömmt dabei jedenfalls hinter das Mundloch.

§. 457.

Die Wurfweite der Bogen-Rakete läßt sich durch Veränderung der Elevation und des Gewichtes, besonders sicher durch Kombination beider verkürzen und verlängern.

Digitized by Google

§. 458.

Die Art des Abfeuerns hat einen wesentlichen Einfluß auf die Anfangsgeschwindigkeit, je nachdem sie die Fläche der Ausbohrung mehr oder weniger gleichzeitig entzündet. Die kräftigste Anzündung ist die beste und giebt die geringsten Längenabweichungen. Geschieht die Zündung durch Perkussionsschlösser, die am Gestell angebracht sind, und die Rakete durch ein Seitenloch zünden, so kann man bis 16mal in der Minute von einem Gestelle schießen.

§. 459.

Die Fallschirm-Rakete hat eine Ausstoßbüchse mit schwacher Ladung, darauf eine mit dem Satze geladene Blechbüchse, die bis auf die untere auf der Ladung stehende Fläche ringsum verschlossen ist. Am obern Theil der Büchse ist ein Ring, an dem 4 messingene Drahtketten von 4' Länge befestigt. Diese fassen ein 4 Quadratfuß großes leinenes Tuch, welches über der Büchse zusammengelegt ist, an den 4 Ecken. Die Ausstoßladung schiebt, wenn die Rakete ausgebrannt, Büchse und Leinwand heraus. Die Büchse mit der entzündeten Fläche nach unten fällt erst rasch, dann dehnt sich das Tuch aus, und die brennende Büchse scheint eine Zeit lang still zu stehn, dann senkt sie sich langsam und etwas schwankend zu Boden.

§. 460.

Soll die Ausstoßbüchse mit Satzstücken geladen werden, so giebt man ihr schwache Ausstoßladung (einige Loth Pulver), giebt darauf die vorräthig mitgeführte Satzstücke füllt die Zwischenräume mit trägem Treibsatz und schließt die Büchse mit einem übergebundnen Papier, auf dem ein pappener Kegel aufgeklebt ist, der den Widerstand der Luft geringer macht, als eine ebene Fläche es thun würde.

III Zünden der Ladungen.

a) Lunte.

§. 461.

Wenn das Entzünden der Geschützladungen durch einen glimmenden Körper geschehen soll, so muß die Artillerie Substanzen haben, die lange Zeit fortglimmen, weil das Anzünden des Zündmittels im Augenblicke des Gebrauchs oft zu lange aufhalten würde. Man bedient sich dazu der Fasern

Digitized by Google

von Flachs und Hanf, die durch die vorhergegangene Röstung mehr zur Zersetzung durch Hitze geneigt werden. Die bei dieser Zerlegung sich entwickelnden brennbaren Gase entweichen in so geringer Menge auf einmal, daß sie von der Atmosphäre zu sehr abgekühlt werden, um sich von dem Funken der Kohle zu entzünden; es verbrennt daher nur die überflüssige Kohle der Faser, also mit Glühen ohne Flamme. Die Faser ist noch mit einem Theile eines gummiartigen, schwer sich zu zerlegenden Ueberzuge bedeckt, der sie in der Pflanze völlig einschließt und der durch die Röstung (Gährung) nicht ganz weggeschafft worden. Er kann durch weitere Gährung vollend zerstört oder durch siedendes Wasser oder durch eine Auflösung von Kali aufgelöst, oder durch die Erhitzung bröcklich gemacht und zum Abfallen gebracht werden.

§. 462.

Die Fasern, deren man sich zum Glimmen bedienen will, müssen in einen Strick vereinigt werden. Je dichter sie hierbei aneinander zu liegen kommen, desto weniger Zugang von Luft erhalten sie, desto schwerer glimmend werden sie. Man spinnt daher zu diesem Zwecke aus an und für sich schon krausen Fäden (Werg) oder aber aus höchst feinen Fäden eigene lockere Stricke (Lunten), und zerstört, um die Faser brennbarer zu machen, den gummigen Ueberzug; oder man nimmt festere Lunte (da die lockere sehr hygroskopisch wirkt) und giebt der Faser die nun erforderliche höhere Entzündlichkeit durch Eintauchen in Auflösungen von Salzen, welche selbst sich leicht unter Glühn zerlegen. Je fester die Fäden aufgewickelt sind, desto dünner muß der Strick sein, und desto höher verbrennlich muß die Faser sein, also desto mehr von den entsprechenden Salzen muß sie erhalten.

§. 463.

Dadurch, daß der Zugang der unzerlegten atmosphärischen Luft zur verglimmenden Faser in dem Maaße schwieriger wird, als die Faser mehr nach der Mitte liegt, müssen die nach außen liegenden Fasern rascher verbrennen. Hierdurch, und durch das Zusammenziehn des verglimmenden Theils der Fasern nach der Mitte, bewirkt durch die Verminderung des Volumens der Fasern, entsteht statt der cylindrischen Form der Spitze, die sie ursprünglich hatte, bald die Form eines Kegels. Je schneller die Verbrennung, desto länger ist die brennende Spitze, desto mehr brennende Fläche bietet sie zur Mittheilung des Feuers, desto fester widersteht sie starkem, sie sehr abkühlendem Winde, so wie Regen, desto

Digitized by Google

ſicherer behält ſie ſelbſt ihr Feuer bei der Exploſion der Ladung, wodurch ein Zertrümmern und ein Ausblaſen des brennenden Theils zu befürchten ſteht. Bei den beſtbrennenden Lunten iſt ſie etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll lang. Größere Verbrennlichkeit iſt daher im Allgemeinen vortheilhaft, aber nur bis zu einem gewiſſen Grade, weil ſonſt für die Unterhaltung des Feuers durch eine beſtimmte Zeit zu viel Material erfordert wird; die durch Eintauchen in Salzauflöſungen erhalten zu große Verbrennlichkeit, welche wenn das Eintauchen erſt geſchieht, wenn die Faſern ſchon zuſammengedreht, noch dadurch erhöht wird, daß ſich die Faſern beim Eintauchen jedesmal von einander löſen, und die Stricke dadurch locker werden, dies vermindert man, wenn es erforderlich wird, durch abermaliges Zuſammendrehen, und die Verbrennlichkeit der Oberfläche (welche noch beſonders nachtheilig werden kann, indem die Verbrennung des Pulvers am Zündloch ſie allgemein entzündet), vermindert man durch Glätten, wodurch die Faſern an der Oberfläche dichter gelegt, und die einzeln ſtehenden, ſo leicht Feuer annehmenden, beſeitigt werden. Die Lunte verbrennt um ſo raſcher, je mehr ſich von dem verglimmenden Salz in der Auflöſung befand, doch nicht in gleichem Verhältniſſe; wenn man bei einer doppelt ſo viel nimmt als bei der andern, verbrennt die erſtere nur $\frac{1}{3}$ raſcher. Heiß getränkte brennt etwas raſcher als kalt getränkte, wenn beide Auflöſungen gleich ſtark ſind. Werden die Lunten feucht (5 % Waſſer haltig) verbrennt nur $\frac{1}{3}$ ſo viel als von der trocknen Lunte in gleicher Zeit. Da die Lunten auch bei Regenwetter ſicher fortbrennen ſollen, die Gehäuſe (Luntenverberger), in welchen ſie ſich befinden, aber immer nächſt der brennenden Spitze noch ein Stück frei laſſen müſſen, das wenn der Strick nicht ſehr feſt gedreht iſt, leicht Regentropfen aufnimmt, was zum ſpätern Verlöſchen Anlaß giebt, ſo iſt es vortheilhaft, die Oberfläche der Lunte mit gelbem Wachs glatt zu ſtreichen, wodurch die Aufſaugung der Waſſertropfen verhindert, und die vortheilhafte Glätte der Oberfläche (ſ. oben) vermehrt wird.

§. 464.

Es iſt vortheilhafter, feine grade Faſern zur Lunte anzuwenden, als die aus Oekonomie gewählten krauſen (Werg). Flachs verdient den Vorzug vor Hanf, weil die Faſer leicht entzündlich iſt, und ſehr feine Schäben hat, welche das Brennen begünſtigen, je feineren Flachs man anwenden kann, deſto ſicher iſt die Verbrennung unter ungünſtigen Umſtänden. Je lockerer die Faſern beim Drehn des Stricks gelegt

Digitized by Google

werden, desto dicker kann er sein, eine dicke lockere Lunte und ein dünner fester Strick, die beide gleich viel Fasern enthalten, geben, wenn die Faser des Letzteren um so vieles entzündlicher ist, daß beide gleiche Brenngeschwindigkeit haben, gleiche Zündfähigkeit, aber der dünne Strick nimmt weniger Raum ein, giebt eine festere, wenn auch dünnere Kohle und verdirbt nicht so leicht durch eingesogenes Wasser als die lockere Lunte, er wird schwerer durch den Schuß in Brand gesetzt, und Regenwasser dringt schwerer ein.

§. 465.

Das angewendete Material muß jedenfalls vollkommen unverdorben sein, da eine verstockte Faser unsicher verglimmt, und eine Lunte aus solchen Fasern bereitet häufig von selbst erlischt.

§. 466.

Selbst in der losest gesponnenen Lunte ist die mit dem Gummiüberzug behaftete Faser zu schwer brennbar. Das Zerstören desselben ist ohne Nachtheil für die Güte und Konservirbarkeit der Lunte, nur durch Behandlung mit siedendem Wasser oder Kaliauflösung vorzunehmen. Da das siedende Wasser nicht sicher genug wirkt, ist man auf die Kaliauflösung hingewiesen. Diese wird erhalten durch Auslaugen von Asche, oder Auflösen von Pottasche und Zusatz von gebranntem Kalk. Die Salze, welche das Verglimmen begünstigen, indem sie selbst leichter verglimmen als die Faser, sind essigsaures Blei (Bleizucker) und chromsaures Kali. Salpeter und chlorsaures Kali wirken ungünstig, indem sie das Beginnen des Glimmens nicht befördern, es aber, wenn es begonnen, beschleunigen, wodurch die Kohle kurz und locker wird, leicht abfällt und gefahrbringende Funken streut. Essigsaures Blei und chromsaures Kali geben bei gleicher Stärke der Auflösung gleiche Lunte. Das erstere verdient des geringeren Preises und der leichteren Beschaffung wegen für gewöhnlich den Vorzug, da aber die damit bereitete Lunte Bleidämpfe entwickelt, so kann sie in Kasematten u. s. w. gefährlich werden, und für diese ist die mit chroms. Kali bereitete vorzuziehn. Die Lunte, je nachdem ihre Dicke und Dichtigkeit einen höheren Grad von Verbrennlichkeit der Faser verlangt, wird in eine Auflösung von Kali, Bleizucker oder chroms. Kali gelegt und bleibt darin (durch Steine untergedrückt) bis sie vollkommen durchdrungen ist, was man daran erkennt, daß gar keine Gasblasen (atmosphärische Luft) aus der Lunte aufsteigen. Erhitzt man die Flüssigkeiten, so ist dieser Zeitpunkt früher erreicht. Das Eintauchen der Lunte

Digitized by Google

in kochende Auflösung ist jedenfalls vorzuziehn, weil je dichter die Lunte ist, die im Innern enthaltene Luft um so schwerer entweicht und durch kaltes Wasser bei dicken oder dichten Lunten gar nicht auszutreiben ist, wenn man die Flüssigkeit auch sehr lange einwirken läßt. — Da aber selbst bei sehr langem Liegen der Lunte in der Auflösung die inneren Fasern nicht von der Flüssigkeit erreicht werden, so erhält man die beste Lunte, wenn man das Material vor dem Zusammendrehn eintaucht, trocknen läßt und so verspinnt. — Da das kohlensaure Kali nicht wie die andern beiden Salze durch Selbstverglimmen behülflich sein, sondern blos das Gummi auflösen soll, es überdies durch seine stark Wasser anziehende Kraft die lockere Lunte noch mehr hygroskopisch machen würde, als ein lockeres Faserbündel an sich ist, so muß die Lunte, die in Kalilauflösung gelegen, vor dem Trocknen stark ausgewaschen werden (bis ein in das ablaufende Wasser gehaltenes rothes Lackmuspapier nicht mehr bläulich wird). Bei der in den andern Auflösungen gewesenen darf dies dagegen nicht geschehen. Bringt man die in Kalilauflösung getauchte Lunte in Scheidewasser (verdünnte Salpetersäure) so entsteht salpetersaures Kali, was nicht günstig wirkt (§. 466.) Die Kalilauflösung darf jedenfalls nur so stark sein, daß sie das Gummi und nicht theilweise die Faser auflöst, weil sonst die Faser zu hygroskopisch wird und bald verdirbt. Die Auflösungen der beiden verglimmenden Salze werden um so stärker gemacht, je dichter und dicker der brennbar zu machende Strick ist. Es muß dies für jede Strickart ermittelt werden. Als Maaß dient, daß ein Fuß 1½ bis 2 Stunden brennen müsse.

§. 467.

Die mit den Flüssigkeiten erhaltene Lunte wird aufgespannt und getrocknet, und jedenfalls äußerlich glatt gerieben, was erst mit einem Lederlappen, in welchem sich feine Nägel befinden, oder mit gröberer, dann mit feinerer Leinwand oder mit Filz oder Roßhaar geschieht. Ist die Brennzeit zu kurz, so wird die Lunte vor dem Abreiben wieder auf das Seilergeschirr gebracht und dichter gedreht. Zuletzt reibt man die Lunte mit Wachs leicht ab.

§. 468.

Durch das Streichen der Lunte werden die Fasern äußerlich alle nach einer Richtung gelegt. Die Lunte muß an dem Ende, von dem das Streichen ausgegangen, angezündet werden, es entzünden sich dann die Fasern, wo sie aus dem Innern nach Außen treten, und das Feuer läuft leicht an denselben

Digitized by Google

fort, und die Oberfläche ist daher viel leichter verbrennlich als das Innere, zündet man umgekehrt an, so erreicht das Feuer die nicht dicht anliegenden Enden der Fasern schwer, die Kohle wird daher im erstern Falle länger.

§. 469.

Die beste Probe einer Lunte ist, nachdem sie feucht gelegt war, sie beim Abfeuern zu brauchen, um dabei Brennzeit, Verhalten der Kohle beim Aufblitzen des Pulvers und Entzündlichkeit der Oberfläche zu ermitteln. Fehlt es zu dieser Probe an Zeit und Gelegenheit, so muß das äußere Ansehn, die nicht zu große Dicke, die Art und Güte des Materials, so wie die Glätte der Oberfläche und das Aufrollen der Fäden die Versicherung geben, daß die Lunte hinreichend fest gedreht, durch und durch von demselben Material und frei von Unreinigkeiten, der Geruch den Beweis geben, daß die Lunte nicht verstockt sei. Die Brenngeschwindigkeit muß jedenfalls durch Verbrennen eines fußlangen Stricks ermittelt werden. Beste Lunte brennt im Freien bei windstillem Wetter 8″, im Zimmer 4″ die Stunde. Die Kohle ist ½″ lang glühend. Dabei ermittelt man, ob beim starken Anschlagen an den nicht brennenden Theil die Kohle abfällt oder Funken wirft; ist dies der Fall, so ist die Haltbarkeit der Faser zerstört, und die Lunte wird beim Schießen oft verlöschen.

§. 470.

Der Transport der Lunte geschieht am besten gleich in Stücken der Länge, die für den Luntenstock ausreicht. Man bedeckt das eine Ende mit einem Brei von Zündersatz, um sie leichter entzündlich zu machen. Aufbewahrt muß die Lunte in sehr trocknen Räumen werden.

§. 471.

In Ermangelung eigener locker gesponnener Lunte dient jeder Bindfaden oder Strick (bis zur Dicke von ¼″), wenn er mit einer starken Auflösung von verglimmendem Salz behandelt worden als Lunte, da hier blos das Eintauchen und Trocknen erforderlich ist, so kann die Lunte unter günstigen Umständen in wenigen Stunden fertig sein. Verdorbene Lunte wird durch Eintauchen in verdünnte Satz-Auflösungen wieder hergestellt. Baumwolle giebt in Ermanglung von Flachs und Hanf ebenfalls gute Lunte, die aber rasch brennt. Festes Papier oder Bast in diese Auflösungen getaucht, getrocknet und sehr fest zu einem ¼″ dicken Cylinder aufeinander gerollt, und durch Bekleben in dieser Gestalt festgehalten, giebt ebenfalls einen guten Ersatz für

Digitized by Google

Lunte. Nöthigenfalls dienen auch Schachtelspähne in essigsaurem Blei oder chroms. Kali gesotten.

---

b. Zündlicht.

§. 472.

Das Zündlicht dient an der Stelle der Lunte entweder nur bei Regenwetter oder auch zur sicheren und rascheren Entzündung des Schusses für immer. Es ist eine papierne mit Satz gefüllte Hülse. Sie muß folgende Bedingungen erfüllen:

1) das Licht muß eine 2 bis 3 Zoll lange Flamme geben,
2) diese darf nicht hell leuchten, damit sie des Nachts nicht weit gesehn wird;
3) die Flamme muß die Hülse gleichmäßig verbrennen, weil wenn die Reste derselben abgestoßen werden müssen, viele gefahrbringende Funken umherfliegen;
4) der Rückstand darf sich nicht in Tropfen sammeln und glühend so abfließen, sondern er muß gleichmäßig herausgeworfen werden;
5) das Zündlicht muß möglichst lange brennen;
6) auf die Hülse fallender Regen darf es nicht zum Verlöschen bringen;
7) es muß sich an jeder Stelle leicht abschneiden und glatt abgeschnitten leicht mit der Lunte anzünden lassen.

§. 473.

Ist die Hülse des Lichtes nur dünn, so brechen die Lichte, dagegen schneiden sie sich leicht ab; da sich in ihnen der Satz nicht fest verdichten läßt, so brennen sie etwas kürzer. Die Hülsen der dünnen können ohne weiteres Hülfsmittel auf einer Rolle mit der Hand gerollt werden, die dicken bedürfen eines Rollirbrettes, zum Laden bedürfen die dünnen keines stabilen Schlagstockes, sondern blos einer Blechhülse und eines hölzernen Stopfers, statt der beim dicken erforderlichen metallenen Schlagestempel, überhaupt fertigen sich die dünnen Lichter viel leichter als die dicken, sind wohlfeiler, leichter entzündbar und werden nicht so weit gesehn; die Flamme ist gleich lang, der Rückstand tropft oder spritzt beim dicken Lichte eher als beim dünnen. Das Verzehrtwerden der Hülse ist bei beiden gleich stark, wenn der Satz kein

Digitized by Google

Vegetabil enthält, indem dann das Papier mit in die Verbrennung hineingezogen wird; die Flamme verliert durch das Papier das weiße blendende Licht und wird röthlich, wodurch man sie weniger weit sieht. Wird die Hülse der dünnen Lichte mit Firniß gestrichen, so hält sie das Regenwasser eben so gut ab als die starke Hülse der dicken. — Alles zusammengenommen verdienen die dünnen Zündlichte den Vorzug vor den dicken.

§. 474.

Jedenfalls ist reiner Feuerwerkssatz die angemessenste Füllung; er giebt eine hinreichend lange Flamme und verzehrt die Hülse sichrer als jeder raschere, und ist hinreichend leicht entzündlich.

§. 475.

Je schlechter ein Zündlicht seine Hülse verzehrt, desto sichrer brennt es in Wasser oder Erde lothrecht eingetaucht fort, desto weniger entspricht es aber auch seinem eigentlichen Zwecke.

§. 476.

Das Rolliren der dünnen Hülsen geschieht aus freier Hand über einen Winder etwa 2 Lagen dick. Die dicken müssen nach dem Aufrollen auf dem eisernen Winder noch mit einem Rollbrett verdichtet und nachdem man sie absichtlich etwas zu dick, um in den Stock zu passen gerollt und geleimt hat, gewaltsam auf den Winder in den Stock eingezwängt werden, wodurch die Hülle fest wird. Sie erhält etwa eine $\frac{1}{2}$ Linie dicke Wand. Um die Hülse, wenn man eilig ist, gleich nach dem Fertigen laden zu können, bediene man sich zum Kleben derselben eines Gemenges von 2 Theilen Kolophon auf 1 Theil Wachs. Sobald dieser Kitt erkaltet, was in wenigen Sekunden geschieht, kann die Hülse gestopft oder geschlagen werden; es wird dabei zugleich das Verziehen der Hülse vermieden, was bei Anwendung eines wasserhaltigen Bindemittels beim Trocknen häufig eintritt.

---

c. Schlagröhren, Stoppinen.

§. 477.

Um den Funken des äußeren primitiven Zündmittels durch das Zündloch der Ladung mitzutheilen, dienen bekanntlich Röhrchen mit S. P. gekörnt oder ungekörnt gefüllt.

Digitized by Google

Wenn sie einen langen Transport auszuhalten haben, wie z. B. für den Feldkrieg bestimmte, müssen sie haltbarer gefertigt sein, als die an Ort und Stelle zu verbrauchenden. Dadurch unterscheidet man Schlagröhren und Stoppinen, wovon die ersteren auch rascher durchschlagen und mit mehr Intensität zünden müssen als die letzteren, weil jene den schwer zündlichen wollenen Beutel zu durchbrennen haben.

§. 478.

Für Schlagröhren bedarf es ein Material was haltbar ist, das Pulver sicher schützt und von ihm, wenn es feucht werden sollte, nicht angegriffen wird. Federposen entsprechen nächst gezogenen oder hartgelötheten Messingröhrchen diesem Zweck am besten. Die letzteren sind theuer. Rohr und Papier lassen leicht ein Ausbröckeln des Satzes zu, wenn sie gequetscht werden; mit Zinn gelöthete Blechröhren, löthen sich leicht auf, bleiben im Zündloch und rosten stark durch feuchtes Pulver. Holz bedingt weite Zündlöcher, da die Röhre eine dicke Wand haben muß, um haltbar zu sein, es splittert leicht, glimmt nach und die herumfliegenden Stücke können Entzündungen veranlassen.

§. 479.

Schlagröhren massiv geladen würden sehr langsam schichtenweise niederbrennen; man durchbohrt sie daher in der Längenachse, wenn der Satz trocken verdichtet wird indem man sie über den Dorn ladet, oder durch Durchstechen der Satzsäule mit einem Draht, wenn der Satz naß eingestopft oder eingegossen wird.

§. 480.

Um eine breitere Zündfläche zu erhalten, als der Querschnitt der kleinen Röhre bieten würde, fügt man oben ein Näpfchen an, das man mit Anfeurung (S. P. mit Weingeist) aus- oder vollstreicht, oder man fügt oben einige Büschel Ludel (Flachsfäden mit Anfeurung) oder Zündschnur (Baumwollenfäden mit Anfeurung) an. Die erste Methode ist besser, weil vegetabilische Substanzen mit S. P. gemengt, mit Flamme brennend weit hinweg geschleudert werden und Entzündungen veranlassen können.

§. 481.

Da bei der schnell verbrennenden Anfeurung oder Zündschnur das primitive Zündmittel vom Strahle der aus dem Zündloche ausströmt, getroffen, zerstört oder weggeschleudert werden könnte, so bepudert man die Umgebung des Zündlochs mit ungekörntem S. P. und zündet in einiger Entfernung von demselben. Dadurch wird die Vorbereitung zum

Digitized by Google

Zünden länger dauern, der Einfluß ungünstigen Wetters wird fühlbarer, und es entsteht oft eine Explosion des S. P. Gefäßes (Puderdose), wenn unverbrannte nachglimmende Kohle auf dem Geschütze geblieben. Es ist daher vortheilhafter, bei der Schlagröhre, die Durchbohrung von unten nicht ganz bis oben hinaufreichen zu lassen, wodurch ein massiver, schichtenweise brennender Satzcylinder oben bleibt, der beim Verbrennen vor dem Durchschlagen so viel Zeit läßt, das Zündmittel etwas vom Zündloch zu entfernen.

§. 482.

Für die an Ort und Stelle zu verbrauchenden Zündungen, die dabei wegen der Papierkartusche keine große Durchschlagekraft zu haben brauchen, sind starke, unten mit Lack verschlossene, mit trocknem ungekörnten S. P. gefüllte und oben wieder mit Anfeurung geschlossene Strohhalme am leichtesten zu fertigen, und am wenigsten durch Aufbewahrung verderbend.

---

d) Perkussionszündung.

a. Für Geschütz.

§. 483.

Die Uebelstände, daß der zum Zünden der Geschützladung zu verwendende glühende oder brennende Körper theils im Regenwetter leicht verlöscht, theils zu Unglücksfällen durch Entzünden Veranlassung giebt, theils da er große Zeiträume hindurch immer brennend sein soll, in großer Menge mitgeführt werden muß, und vielen Raum einnimmt, hat man in neuerer Zeit durch Zündungen zu vermeiden gesucht, bei denen von der Eigenthümlichkeit des chlorsauren Kalis Nutzen gezogen wird, daß es nämlich sich bei Temperaturen unter der Glühhitze auch bei ganz niederen durch chemische Einwirkung zerlegt und Verbrennungen zuläßt. Wenn man die möglichst einfachen Methoden anwendet, so kann man auch die bei der alten Zündmethode mit Funken und Flamme nicht selten vorkommenden Versager beträchtlich vermindern, obwohl niemals ganz vermeiden. — Daß diese Zündungsarten den Schuß verstärkten, ist noch nicht dargethan, jedenfalls ist es nur so wenig, daß es in der Wirkung des Schusses auf keine Weise hervortritt.

Digitized by Google

§. 484.

Die für die Zerlegung ohne Mithülfe chemischer Einwirkung erforderliche Temperatur hat man bisher auf zwei Wegen, durch Schlag und durch Reibung, die chemische Zerlegung durch Schwefelsäure bewirkt. Diese Zündungen zerfallen demnach in

Schlagzündungen,
Friktionszündungen,
Schwefelsäure Zündungen.

1) Schlagzündungen.

§. 485.

Man kann in Bezug auf die Einrichtung am Geschütz als erwiesen annehmen:

a) Der Schlag darf das in einen Kupferstollen gebohrte Zündloch nicht unmittelbar treffen, weil es zugehämmert wird; dasselbe nur in schwächerem Grade, tritt ein, wenn blos ein dünner unelastischer Körper auf dem getroffenen Zündloche liegt.

b) Der Schlag kann nicht aus freier Hand geführt werden.

c) Schlagvorrichtungen mit Federn halten auf die Dauer nicht aus.

d) Schlagvorrichtungen mit Ueberwurfhämmern von etwa 20 Loth Schwere sind die vortheilhaftesten.

§. 486.

Die Zündung, welche die Mengung mit chlorsaurem Kali enthält, entzündet entweder die Ladung unmittelbar, oder sie theilt das Feuer erst einer andern Zündvorrichtung mit. Die letztere Methode, welche die meisten Modalitäten zählt, führt zu sehr vielen Komplikationen, und zu nicht unerheblicher Gefahr auf dem Transport, wenn die beiden Zündungen nicht erst an Ort und Stelle zusammengesetzt werden sollen, was nur bei einigen Methoden anwendbar ist.

§. 487.

Die unmittelbare Zündung bildet entweder eine Kugel oder eine flache Scheibe, die jedenfalls durch eine metallische oder harzige Umhüllung vor dem Einflusse der Feuchtigkeit geschützt ist. Die Zündung ist um so sicherer durch den Schlag entzündlich, je fester die Mengung in ihr bereits verdichtet worden, daher entzündlicher in Scheibenform, weil sich eine Satzkugel schwerer verdichten läßt als eine Scheibe. Die Satzscheibe muß eine Unterlage haben, die genau parallel

Digitized by Google

der schlagenden Fläche ist, sonst weicht der Satz aus und zündet unsicher; die Satzfläche befindet sich daher am besten in einer cylindrischen Metallkapsel (Zündhütchen), die, da sie dünn sein muß um den Schlag nicht zu schwächen, und doch nicht zu leicht biegsam, am vortheilhaftesten aus Kupfer gefertigt wird. In diese wird die Satzfläche, die aus dem mit möglichst wenig dünnem Weingeistfirniß gebildeten Satzbrei erst in durchlöcherten Metallscheiben vorgebildet und getrocknet ist, möglichst fest mittelst einer Presse eingedrückt. Man setzt es zum Zünden auf eine $\frac{1}{3}$" hohen und starken stählernen in den Kupferstollen eingeschraubten, zu $\frac{1}{9}$" weit durchbohrten Piston, und läßt dann durch Anziehen des Riemens den Ueberwurfhammer darauf wirken. — Diese zuerst in Sachsen eingeführte Methode ist die einfachste und empfehlenswertheste Schlagzündung.

§. 488.

Das Zündhütchen wird von der explodirenden Satzfläche zerrissen und umhergespritzt, wenn die ganze Fläche auf einmal durch den Schlag getroffen wird, der an sich leichte Hammerkopf trifft deshalb nicht voll die Hälfte des Pistons, und läßt auch noch den Zündkanal frei, damit die ausströmende Kraft den Hammer nicht zu gewaltsam treffe.

§. 489.

Auch die so langsamer verbrennende Satzfläche würde, da sie nicht zu klein sein darf, weil ihr Strahl die ganze Länge des Zündlochs durchlaufen muß, noch das Hütchen zertrümmern, wenn die Zündmengung reines $\dot{K}\ddot{\dot{C}}l + S + 3C$ oder ein Gemenge desselben mit $\dot{K}\ddot{\dot{C}}l + 2S$ wäre; es ist daher vorzuziehn, das letztere mit $\dot{K}\ddot{\dot{C}}l + S + 6C$ zu mengen, wodurch leichte Entzündlichkeit, lange Flamme und doch keine große Gasspannung entsteht. 6 Gran Ladung ist eben ausreichend für ein Hütchen von $\frac{1}{4}$" Weite und Höhe. Durch eine Papier- oder Metallplatte schützt man die freie Satzfläche. Jene Bedingung, daß die Satzfläche nur unter gewisser Lage der Unterstützungs- und der Schlagfläche sich entzündet, macht, daß der Transport der Zündhütchen, so lange der Satz nicht ausbröckelt, ganz gefahrlos ist.

2) Friktionszündung.

§. 490.

Die erforderliche Schlagvorrichtung am Geschütz, welche leicht wandelbar wird, die Anwendung des Pistons, wie sie

Digitized by Google

bei der übrigens einfachsten Schlagzündung bedingt ist, vertheuren und erschweren die Einführung der Schlagzündung. Giebt statt des Schlages die Friktion die erforderliche Wärme, so bedarf es gar keiner besonderen Vorrichtung.

§. 491.

Die Friktionszündung ist irgend eine Schlagröhre, oben mit einer Querrinne versehen, welche mit dem Zündsatze gefüllt ist; auf derselben liegt ein in Harz getauchter noch warm in Schmirgelpulver umgewälzter Draht, von dem nur eine Oese über der Querrinne vorsteht. Diese ganze Röhre nebst dem Reiber ist in gefirnißtes Papier gehüllt, dies mittelst Bindfaden, der immer mit gleicher Kraft (4 Pfd.) angezogen wird, fest überwickelt, und dieser ganze Kopf nochmals mit Firnißpapier überzogen. Zum Abfeuern bringt man die Schlagröhre ins Zündloch, befestigt an der Oese einen an einem Hacken befindlichen Haken und zieht den Reiber rasch hindurch. Die Zündung ist bei genauer Fertigung der Röhren sicher.

§. 492.

Als Zündsatz dient $3\,\dot{K}\,\ddot{Cl} + \overset{\text{III}}{Sb}$ (§. 214.) am vortheilhaftesten. Man reibt ihn mit schwacher weingeistiger Lösung von Kolophon ab.

§. 493.

Diese Röhren haben den Uebelstand, daß sie bei Transport und Aufbewahrung leicht zu Entzündungen Veranlassung geben können.

3) Schwefelsäurezündung.

§. 494.

Um den im vorigen §. angegebenen Uebelstande zu begegnen, kann man sich statt der Friktion der Einwirkung von Schwefelsäure auf den Zündsatz bedienen. Die ganze Einrichtung bleibt dieselbe, nur daß der Reiber hier nicht mit Harz und Schmirgel bedeckt wird, sondern glatt bleibt und doppelt so lang ist als die Querröhre, so daß bei der fertigen Zündung auf einer Seite nur die Oese heraussteht, auf der andern aber die Hälfte der Länge des Drahtes herausragt. Ueber dieser liegt ein steifer nach oben umbiegbarer kleiner Schirm von gefirnißtem Papier. An der Laffete befindet sich ein kleines Fläschchen mit Schwefelsäure befestigt, was weniger tief ist als der vorstehende Draht der Zündung lang, und nur halb gefüllt. Vor

Digitized by Google

dem Einsetzen der Zündung ins Zündloch nimmt man mit dem vorstehenden Draht einen Tropfen Säure aus dem Fläschchen und verfährt dann wie bei der Friktion.

β) Perkussionszündung der Handfeuerwaffe.

§. 495.

Von den vielen Schlagzündungen, welche beim Gewehr versucht wurden, um unabhängig vom Wetter, vom Zersplittern des Steines, Verderbniß des Pfannendeckelstahles zu werden, haben sich nur die Zündhütchen (im Kleinen dieselben wie das §. 489. gegebene) dauernd bewährt. Sie sind gefahrlos (vorausgesetzt, daß sie mit Mengungen von chlorsaurem Kali und nicht von Knallqueckſilber geladen), in welchem letztern Falle sie zu Selbstentzündungen Veranlassung geben, leicht zu fertigen, zu handhaben und geben sichere Zündung. Für ihre weitere Verbesserung läßt sich wenig thun, so lange die Handfeuerwaffe sich nicht wesentlich in ihrer Konstruktion ändert.

§. 696.

Als Satz dient hier, da das Spritzen durch die Hammervorrichtung unschädlicher gemacht werden kann als beim Geschütz ein Gemenge von gleichen Theilen $\dot{K}\,\ddot{\dot{C}}l + 2\,S$ und $\dot{K}\,\ddot{\dot{C}}l + S + 3\,C$. Die erstere Mengung giebt die Leichtentzündlichkeit, die 2te den erforderlichen langen Feuerstrahl (§. 352.), welches man mit weingeistiger Harzlösung abreibt, und mittelst durchlöcherten Platten in Scheibchen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Gran Schwere bildet, diese trocknet und sie durch starke Pression im Hütchen befestigt. Je stärker die Verdichtung ist, desto sicherer auch hier die Zündung, deshalb ist es auch nicht vortheilhaft, die Satzschicht dicker zu machen, als es die zu erzielende Länge des Feuerstrahls fordert.

§. 497.

Die Satzscheibe bedarf an der offenen Seite eines Schutzes gegen die Feuchtigkeit. Entweder man preßt ein etwas größeres, gedrängt eingehendes Kupfer- oder Tombackplättchen darauf, oder man giebt eine Schicht konzentrirten Weingeistfirniß darüber. — Die erstere Methode verdient

Digitized by Google

den Vorzug; der Firniß läßt einen kohligen selbstentzündlichen Rückstand auf dem Piston und im Zündkanal; das Plättchen läßt dagegen nicht einmal den Rückstand des Satzes in Berührung mit den Piston kommen. Der Firniß zieht sich zuweilen an den inneren Rändern des Hütchens in die Höhe, verengert es, verhindert das feste Aufsetzen auf den Piston und wird Veranlassung, daß das Hütchen zwei Schläge erhalten muß, um sich zu entzünden.

Digitized by Google

Anhang.

(Bemerkungen des Herausgebers.)

---

1) Die Stampfmühle bei der Pulverbereitung.

Wenn die Welle des Wasserrades unmittelbar mit Hebedaumen versehen ist, ist ihre Stellung gewöhnlich der Art, daß bei jedem Umgange des Rades der Stempel zweimal gehoben wird; man hat jedoch in einigen Stampfmühlen auch die Einrichtung getroffen, daß die Welle des Wasserrades ihre Bewegung auf eine eigene Daumenwelle überträgt, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Zahl der Schläge (Stempelhebungen) bei einer Umdrehung des Wasserrades beliebig zu verändern. Die Stempel können durch vorzusteckende Pflöcke in einiger Erhöhung über den Mörsern festgehalten werden, wenn man im letztern zu thun hat.

Die Abmessungen der Stempel betragen im Allgemeinen 12 bis 14 Fuß in der Höhe und 5 Zoll in der Breite und Dicke, ihr Gewicht beträgt mit dem bronzenen Schuh 80 bis 100 Pfd., sie werden 15 bis 20 Zoll gehoben, und fallen in der Minute 28 bis 60 Mal, langsam wenn blos gekleint, schnell wenn verdichtet werden soll.

Um den Mörsern eine möglichst feste und sichere Stellung zu erhalten, stellt man in der Regel nicht mehr als 10 Stück in eine Batterie zusammen, doch wird diese Zahl wohl auch überschritten und man soll in Fredrikswärn z. B. bis 72 Mörser zusammengestellt haben.

Die Kohle wird zum Kleinen auch deshalb besonders zuerst allein bearbeitet, weil sie sich beim Zerstoßen zuweilen entzündet.

Digitized by Google

2) In Bezug auf das Verdichten der Sätze in Hülsen hält der Verf. bei den zur Aufnahme der Hülse nöthigen Stöcken das Gußeisen für das vorzüglichste Material; wenn diesem Material nun auch in Bezug auf Festigkeit vor vielen andern Vorzüge eingeräumt werden müssen, so tritt doch bei solchen Stöcken, die aus zwei Hälften bestehen sollen, wie sie vom Verf. §. 356. bezeichnet worden, der große Uebelstand ein, daß die Kanten an der Bohrung sehr leicht ausbrechen, und dadurch zwischen den beiden Hälften schädliche Räume entstehen, in welchen bei der Verdichtung die Hülse eingepreßt, und meist zerquetscht wird. Dies ist der Grund, weshalb man ein mehr zähes, nicht so leicht an den Kanten abbröckelndes Material zu dergleichen Stöcken nehmen muß, wenn auch solche Stöcke weit früher als gußeiserne eine allgemeine Ausweitung erleiden. Da wo es nicht nöthig ist, den Stöcken zwei Hälften zu geben, d. h. wo man den Stock als eine einzige in seiner Achse mit einer Bohrung versehene Masse darstellen kann, wird jedoch Gußeisen immer zu empfehlen sein, weil es weit dauerhafter als jede andere Legierung ist, und nicht sobald ausgeweitet wird.

3) Die im §. 361. angegebenen Grundprinzipe für eine Bohrmaschine, mittelst welcher Satzsäulen durchbohrt werden sollen, haben bei der Ausführung nicht die Vortheile, welche sich der Verf. davon zu versprechen scheint. So dürfte die Geschwindigkeit der Umdrehung des Bohrers viel zu gering angenommen sein; ferner wird namentlich bei Herstellung von längeren konischen Bohrungen ein Vorbohren ganz unerläßlich, wie man sich schon vielfältig beim Bohren von Signalraketten überzeugt hat; endlich ist es von sehr wesentlichem Nutzen, die Vertikal-Bohrmaschinen so zu konstruiren, daß sich der zu bohrende Gegenstand um seine Achse bewegt, der Bohrer aber nur aufwärts schiebt, man erlangt dadurch den großen Vortheil, daß besonders bei längeren Bohrungen, wie bei den Raketten, die Bohrung niemals außer der Achse zu liegen kommt. Diese hier ausgesprochene Bemerkungen sich auf mehrfache ausgedehnte Erfahrungen begründet, und erhalten außerdem ihre volle Bestätigung durch ihre allgemeine Anwendung in den bessern technischen Anstalten.

4) Die Untersuchung von wollenen Zeugen auf Baumwolle, wie sie am Schluß des §. 370. kurz angegeben ist, führt zu keinem Resultat, es ist nöthig, das Zeug in Chlorwasser zu kochen und zwar mindestens 15 Minuten; ein bloßes Eintauchen reicht nicht aus, um Baumwolle oder Flachs, überhaupt die vegetabilischen Faser zu bleichen, und

Digitized by Google

dies ist nöthig, weil in der Regel das Zeug nicht ganz weiß ist, sondern irgend eine, meist gelbliche, gleichförmige Färbung hat.

5) In Bezug auf Schutz der wollenen Kartuschbeutel gegen den Mottenfraß, hat sich bis jetzt noch immer eine große Aufmerksamkeit und Sorgfalt bei der Aufbewahrung als das sicherste Mittel gezeigt; es kommt besonders darauf an, die Beutel jährlich ein- oder ein paarmal zu revidiren, und dabei durch Ausklopfen und Bürsten zu reinigen. Neuerdings hat man Pfeffer als Schutz gegen die Motten vorgeschlagen.

6) Ueber Brandkörper.

Es ist nicht zu läugnen, daß ein Brandgeschoß, dessen metallene Umhüllung durch das Verbrennen des darin enthaltenen Satzes glühend wird, in seiner Wirkung eine bedeutende Steigerung erhält, es ist aber eben so nöthig, den Brandsatz für diese Geschosse so zu wählen, daß sie nicht den einseitigen Zweck des Glühendmachen der Umhüllung allein erfüllen, sondern daß auch die Flamme im Stande ist, Holz ꝛc. in Brand zu setzen, weil wohl viele Fälle denkbar sind, in welchen nur die Flamme allein wirksam werden kann. Diese Rücksicht bestimmt die Zusammensetzung des Brandsatzes, und man hat durch vielfache Versuche, welche meist mit den vom Verfasser Anfangs mit großer Consequenz durchgeführte System den Brandsatz blos aus den Pulvermaterialien zu bilden, gleichlaufend ausgeführt wurden, gefunden, daß ein Satz aus:

100 Salpeter Schwefel,
7 Mehlpulver

und auf jedes Pfd. dieser Mengung 8 bis 10 Loth Kolophon, diesem Zweck am besten entspricht. Der Verf. hat der Ansicht, daß zu dem Feuerwerkssatz noch ein flüchtiges Oel oder auch wohl irgend ein Harz gemengt werden müsse, um einen möglichst wirksamen Brandsatz zu erreichen, nach vielfachem Sträuben endlich auch gehuldigt. Der oben angegebene Satz entwickelt beim Verbrennen Hitze genug, um bei einer Kugel von $5\frac{1}{2}$" äußerem Durchmesser, die Hülle, wenn sie von Schmiedeeisen und nicht über $\frac{1}{4}$" stark ist, glühend zu machen, und die Flamme hat Intensität genug, starkes kiehnen Holz, von welchem die Kugel 4 bis 6" entfernt liegt, in Flammen zu setzen, wenn nicht besonders ungünstige Verhältnisse statt finden; aus diesen Gründen muß man den oben angegebenen Brandsatz für zweckmäßig zusammengesetzt halten.

Digitized by Google

Zwei andere Punkte sind aber bei der Anfertigung der Brandgeschosse noch von größerer Wichtigkeit, nämlich:

a) Die Art, auf welche der Satz angefertigt werden muß.

b) Die Fabrikationsweise der Umhüllung.

In Bezug auf den ersten Punkt hat man allgemein zwei Methoden, welche sich charakteristisch unterscheiden, nämlich die Anfertigung des Satzes auf *kaltem* oder auf *warmem* Wege. Beide Methoden haben ihre eifrigen Vertheidiger gefunden, und namentlich ist der Verf. bis an sein Lebensende ein treuer Anhänger und eifriger Vertheidiger der Zubereitung auf kaltem Wege geblieben, während der Herausgeber frei gestehen muß, daß er bis jetzt, nach vieljährigen Versuchen sich noch immer genöthigt sieht, die warme Bereitung des Brandsatzes für die bessere Methode zu halten. Man hat als Hauptvortheile der kalten Bereitungsart im wesentlichen zwei Punkte hervorgehoben, die an sich, wenn sie in der That ihr eigenthümlich angehören sollten, wichtig genug sind, nämlich:

Gefahrlosigkeit bei der Zubereitung und Einfachheit in Arbeit, wie in Geräthen.

Was nun die Gefahrlosigkeit bei der *Zubereitung des Satzes* anbelangt, so ist diese allerdings vorhanden, denn es ist nicht gut denkbar, daß irgend Verhältnisse eintreten könnten, bei welchen sich ein auf kaltem Wege bereiteter Satz, während seiner Mengung entzünden könnte, wenn nicht die allergröbsten Fahrlässigkeiten dabei vorkommen. Bei der Bereitung auf warmem Wege ist allerdings eine Entzündung des Satzes *möglich*, aber, wenn man das oben angegebene Mengungsverhältniß im Auge behält, so höchst unwahrscheinlich, daß auch hier in der That nur eine sehr grobe Fahrlässigkeit zu einer Entzündung führen kann, weil die Temperatur, welche erforderlich ist, um den Satz die zu seiner innigsten Mengung nöthige Geschmeidigkeit zu geben, noch lange nicht den 3ten Theil desjenigen Temperaturgrades beträgt, bei welchem eine Entzündung des Gemenges möglich ist. — Man fürchtet bis jetzt die Entzündung eines Brandsatzes, wenn er über dem Feuer bearbeitet wird, mit Recht sehr, denn alle bisher benutzten Mengungen der Art enthielten Schießpulver zum Theil selbst in Körnerform in *großer* Menge, und dieses wurde in möglichst stark geheizte flüssige Harze gerührt, während man dabei meist noch sich eines Kessels von Kupferblech bediente; fand bei dieser Arbeit eine Entzündung des Satzes statt, so war sie immer (der Natur der Sache nach) mit einer Explosion begleitet,

Digitized by Google

und durch diese wurde der brennende Satz mit großer Vehemenz weit umher geschleudert, wobei es nicht fehlen konnte, daß die bedauernswerthen Arbeiter fast immer auf sehr gefährliche Weise verletzt wurden. Es sind dergleichen betrübte Ereignisse nicht selten vorgekommen, immer aber scheint weniger eine Entzündung des Satzes im Kessel statt gefunden zu haben, als vielmehr die Entzündung durch Verstreuen von Pulver beim Einschütten in den Kessel, und durch eine auf diesem Wege gebildete Pulverleitung zwischen dem Feuer unter dem Kessel und dem eben in den Kessel geschütteten Pulver herbeigeführt worden zu sein; in vielen Fällen ist diese Erscheinung erwiesen, in andern wenigstens kein Grund vorhanden, daran zu zweifeln, nnd es muß demnach auch hier angenommen werden, daß nur grobe Fahrlässigkeit in den meisten (man wird versucht zu sagen in allen) Fällen die Entzündung des Satzes herbeigeführt hat. — Dem sei nun aber wie ihm wolle, so muß man doch den Gegnern der warmen Satzbereitung ihr Recht zugestehen, wenn sie behaupten, daß, so lange durch eine Entzündung bei der Bearbeitung, deren Möglichkeit (ob leicht, oder nur durch sehr grobe Vernachläßigung der ertheilten Vorschriften herbeizuführen) nicht abgestritten werden kann, Menschenleben auf dem Spiel stehen, eine solche Arbeit durchaus verwerflich ist, und wenn man dies Nichtvorhandensein einer solchen Gefährlichkeit bei der warmen Satzbereitung nicht nachzuweisen im Stande wäre, müßte man unbedenklich der kalten Bereitung den Vorzug geben, selbst auf die Gefahr hin, daß sie in andern Richtungen, namentlich in Bezug auf die Wirkung um Einiges der warmen Bereitung nachstände. Wir haben uns aber überzeugt, daß die Gefahr der Verletzung von Arbeitern bei der warmen Bereitung bei weitem weniger zu befürchten ist, als bei der Anwendung des kalt bereiteten Satzes, und gedenken diese unsere Ueberzeugung hier näher zu motiviren.

Abgesehen von unsrer früher angegebenen großen Unwahrscheinlichkeit einer Entzündung des oben seinen Bestandtheilen nach aufgeführten Brandsatzes bei seiner Bearbeitung, werde angenommen, eine solche Entzündung träte wirklich ein; — es frägt sich dann, wie können sich die Verhältnisse in Bezug auf die Arbeiter dabei gestalten? — Der in der Mengetrommel bearbeitete Satz von:

100 Salpeterschwefel,
7 Mehlpulver

brennt, für sich entzündet, anfangs nur mit sehr sparsamer

Flamme, die erst allmählig größere Ausdehnung erhält, immer aber ruhig bleibt, und weder ein Funkensprühen noch viel weniger Explosionen zeigt; in lange dünne Streifen gestreut brennt er nur an der angezündeten Stelle, pflanzt aber das Feuer nicht auf den Streifen weiter fort, es sei denn daß die Unterlage erwärmt würde, oder selbst in den Verbrennungsprozeß einginge. Mengt man diesem Satz Kolophon (oder irgend ein anderes Harz) zu, so wird die Flamme zwar ansehnlich ausgebreiteter, bleibt aber immer ruhig und ohne Funkenwerfen ꝛc., so daß nur diejenigen Gegenstände ihrer Wirkung Preis gegeben sind, welche sich direkt in dem Raume, den sie einnimmt, befinden. — — Diese Erscheinungen sind Thatsachen, welche sich zunächst unmittelbar aus den Betrachtungen des Verf. in der vorliegenden Schrift entwickeln lassen, außerdem aber durch vielfache Versuche bestätigt sind.

Der nach oben angegebenen Verhältnissen zusammengesetzte Brandsatz brennt nur mit großer Intensität aus den engen Löchern der Brandgranaten, wie überhaupt auch der vom Verf. angegebene derartige Satz. Wenn man nun gestützt auf diese Thatsachen untersucht, welcher Gefahr die bei der warmen Bereitung am Kessel beschäftigten Arbeiter bei einer wirklichen Entzündung des Satzes ausgesetzt sein könnten, so ergiebt sich sehr bald, daß, wenn man in solchem Falle nicht mit Absicht sich verbrennen will, indem man gleich einem Mutius seine Gliedmaßen in die schwach beginnende, und erst nach einiger Zeit heftiger werdende Flamme bringt, niemals irgend ein Verbrennen statt finden kann, weil immer Zeit genug bleibt, von dem Kessel wegzutreten, gleichviel ob die Entzündung durch Verstreuen von Satz oder durch Ueberheizen des Kessels (der übrigens am besten construirt ist, wenn er recht starke Wände hat) herbeigeführt worden; ein Umherschleudern des brennenden Satzes aber niemals eintreten kann. Der einzige Uebelstand bei einem solchen aller Wahrscheinlichkeit ermangelnden Ereigniß wäre der Verlust des Satzes — ein Verlust, der leicht zu ertragen ist.

Daraus geht nun hinlänglich hervor, daß es mit der gefürchteten Gefahr bei der warmen Satzbereitung, wenn sie auch bei früheren Sätzen vorhanden war, doch jetzt gar nichts mehr auf sich hat, und diese Ansicht von Gefahr eigentlich nur durch eine ältere Ueberlieferung sich erzeugt hat, wobei eben gar nicht bedacht worden ist, wie sich die Verhältnisse jetzt gestalten, und wie eben durch eine andere Zusammensetzung der Mengung die gefahrbringenden Elemente durchaus beseitigt sind.

Digitized by Google

Bei der weitern Benutzung des warm bereiteten Satzes, um solchen in die Geschosse (Brandgranaten) zu bringen, kann keine Gefahr mehr eintreten, weil der Satz selbst allmählig an seiner hohen Temperatur verliert, auch kein gewaltsames Schlagen oder Stoßen zu seiner Verdichtung in den Geschossen nöthig ist, vielmehr ein langsames Andrücken genügt, und sich seine Dichtigkeit durch die Erkältung von selbst findet.

Ganz anders gestaltet sich dies bei dem Füllen der Granaten mit dem kalt bereiteten Satz; dieser Satz muß, um ihm die nöthige Bindekraft zu geben, angefeuchtet werden, und als Anfeuchtungsmittel ist man genöthigt, um die Brennkraft nicht zu beeinträchtigen, ein flüchtiges Oel anzuwenden. Man muß ferner durch gewaltsames Schlagen und Stoßen ihn möglichst in dem Geschoß zu verdichten suchen, will man sich nicht der Gefahr aussetzen, daß bei zu locker eingefülltem Satze, durch zu rasches Brennen eine Spannung der Gase eintritt, wodurch das Geschoß explodirt und beim wirklichen Gebrauch in Stücke zertrümmert wird, lange bevor es das Ziel erreicht hat, also ganz unwirksam wird, — eine Erscheinung übrigens, die bisher trotz aller Sorgfalt, die man auf die Fabrikation verwendet, bei allen Versuchen mit kaltem Satz sich immer in sehr bedenklichem Grade gezeigt hat. — Dieses Stoßen und Schlagen aber, was namentlich wenn die Granaten bereits ziemlich mit Satz gefüllt sind, fast immer auf ein und denselben Fleck statt hat, kann sehr leicht eine Erwärmung erzeugen, wodurch das flüchtige Oel gasförmig wird und sich entzündet, — Ereigniſſe, die schon vorgekommen sind — und hier ist es, wo die Gefahr für die Arbeiter groß wird, weil die Entzündung des Geschosses in ihren Händen statt findet, und das Brennen aus den engen Brandlöchern sehr intensiv ist, auch, wenn der Satz an einzelnen Stellen in dem Geschoß, während die Entzündung eintrat, noch nicht hinlänglich verdichtet war, eine augenblickliche Explosion und ein Zertrümmern des Geschosses gar nicht so unwahrscheinlich ist. — Diese Betrachtungen, welche durch wirklich vorgekommene Ereigniſſe der Art, unterstützt sind, werden unsere früher ausgesprochene Meinung, daß die Gefahr bei Anwendung des kalt bereiteten Satzes für die Arbeiter größer ist als bei dem warm bereiteten, hinlänglich motiviren, und geben den ersten und wesentlichsten Rechtfertigungsgrund für die Anwendung der warmen Satzbereitung ab. Beleuchten wir nun den zweiten Vortheil, welchen man der kalten Satzbereitung zuschreibt, nämlich:

Digitized by Google

Einfachheit in der Arbeit und den Geräthen.

Bei dem kalt bereiteten Satz müssen die Bestandtheile in irgend einem Gefäß mit den Händen durcheinander geknetet werden, bis sie hinreichend innig gemengt sind; man darf dabei keine zu große Quantität anwenden, weil sonst die innige Bearbeitung unausführbar wird. Die weitere Verwendung ꝛc. ist mit der bei dem warm bereiteten Satze fast gleich, nur daß das Stopfen und Verdichten des kalten Satzes in den Granaten fast doppelt so viel Zeit erfordert, als bei den warm bereiteten, daß ferner die Zündmittel in den Brandlöchern sich bei dem kalten Satz nur mit großer Schwierigkeit hinlänglichkeit sicher anbringen lassen, während dies bei dem warm bereiteten Satz mit sehr großer Leichtigkeit geschieht, und daß endlich die mit kaltem Satz gefüllten Geschosse mehrere Tage bedürfen, ehe das Anfeuchtungsmittel so weit verdunstet ist, daß sie gebrauchsfähig sind, während die mit warmen Satz versehenen Geschosse wenige Stunden nach ihrer Anfertigung schon verbraucht werden können.

Die Anfertigung des warmen Satzes erfordert bei der ersten Schmelzung allerdings mehr Zeit als das Ansetzen eines kalten Satzes, dies wird aber auf doppelte Weise wieder ausgeglichen, nämlich zuerst dadurch, daß man bei der warmen Bereitung eine mindestens 3- bis 4mal größere Quantität auf einmal anfertigen kann, als bei der kalten Bereitung, und daß bei mehrmaliger Wiederholung der Operationen, der einmal durchwärmte Kessel die Arbeit so fördert, daß die Zeitverwendung sehr bald bei beiden Anfertigungsarten gleich wird; dadurch kommt es, daß im Allgemeinen bei ausgedehnten Fabrikationen von Brandgeschossen, die warme Satzbereitung einen ansehnlichen Zeitgewinn gegen die Bereitung auf kaltem Wege gewährt.

Zuletzt muß noch der Geräthschaften gedacht werden; sie sind bei der warmen Satzbereitung durch ein metallenes Gefäß zu Schmelzen des Satzes (Kessel oder Grapen) vermehrt, diese Vermehrung gegen den kalten Satz ist aber illusorisch, da die kalte Bereitung mehrerer Gefäße bedarf, worin die kleinen Satzquantitäten gemengt werden müssen, welche bei der warmen Bereitung wegfallen.

Alles dies zusammengegommen zeigt klar genug, daß die warme Satzbereitung gegen die kalte in Rücksicht der Fabrikation nicht allein nicht im Nachtheil steht, sondern entschiedene Vorzüge hat. Wenn nun außerdem noch in Bezug auf die Wirkung, der warmbereitete Satz sich vortheilhafter zeigt als der kalt bereitete, so ist die warme

Digitized by Google

Satzbereitnug unwiderruflich die beſſere; daß aber ſolche Vorzüge in der Wirkung vorhanden ſind, iſt Thatſache. — Zunächſt haben alle Vergleichsverſuche über die Zündwirkung des kalt und warm bereiteten Satzes gegen ſtarkes Holz und gegen ſchwächere Bretter ganz entſchieden dargethan, daß der warm bereitete Satz im Vortheil iſt; ferner ſind beim Werfen der Brandgeſchoſſe mit kaltem Brandſatz durchſchnittlich 7% blind gegangen, d. h. der Brandſatz war durch die in den Brandlöchern angebrachten Feuerleitung nicht entzündet worden, während dies bei dem mit warm bereiteten Satz gar nicht vorkommt. Bei beiden Sätzen ſind natürlich die Geſchoſſe, welche tief im Sumpf fielen und dort, wenn ſie auch brennend ankamen, dennoch nach einiger Zeit erlöſchen, nicht mitgerechnet worden. Die Urſache des eigentlichen Blindgehens liegt aber bei den kalten Sätzen daran, daß ſich die Feuerleitung nur ſchwer mit hinlänglicher Sicherheit anbringen läßt, weil der Satz in der Mitte ſeiner Maſſe nie ganz feſt und trocken wird; bei dem warm bereiteten Satz geht dies ohne alle Schwierigkeit, da er nach dem Erkalten durch und durch ſteinhart iſt. Es iſt aber ſehr wichtig, die Feuerleitung recht tief in den Satz hineinzuführen, damit dieſe immer noch brennt, wenn das Brandgeſchoß in das Ziel einſchlägt; wo dies nicht der Fall iſt, ſondern die Feuerleitung bereits während dem Fluge ausgebrannt hat, kommt es ſehr häufig vor, das beim Einſchlagen des Geſchoſſes, durch die ſtarke Erſchütterung, die anfänglich matte Flamme des Brandſatzes völlig erliſcht, während dies bei der, immer heftigern Flamme der Feuerleitung nie zu befürchten ſteht; ſobald das Geſchoß aber in Ruhe iſt, geſchieht die Fortpflanzung oder Uebertragung des Feuers von der Feuerleitung auf den eigentlichen Brandſatz mit Sicherheit, und es kann dann ein Erlöſchen nicht mehr eintreten.

Endlich ſind bei allen Verſuchen, welche man mit Brandgeſchoſſen von Satzfüllungen beider Zubereitungsarten durchgeführt hat, bei der mit kaltem Satz gefüllten immer eine große Menge zerſprungen, ehe ſie das Ziel erreicht haben, Es betrug die Zahl derſelben durchſchnittlich über 15 %; Bei dem mit warmen Satz gefüllten Geſchoſſen kam dies niemals vor.

Es ergiebt ſich alſo auch hieraus, daß der warme Satz in Bezug auf die Wirkung der Brandgeſchoſſe ſehr weſentlich im Vortheil gegen den kalten Satz ſteht, und es wäre deshalb gar nicht zu rechtfertigen, wenn man trotz aller ent-

Digitized by Google

schiedenen Nachtheile, dennoch hartnäckig bei der Anfertigung auf kaltem Wege beharren wollte.

Es ist nun noch das zweite Element des Vorschlags vom Verfasser, nämlich: die Umhüllung aus Schmiedeeisen darzustellen, näher zu beleuchten, und es kommt hier nur darauf an, die Möglichkeit ihrer Darstellung zu erörtern, weil ihre Vorzüge vor einer zu starken gußeisernen Hülle keines nähern Beweises bedürfen. Man hat früher schon Versuche gemacht, dergleichen Hüllen aus zwei Halbkugeln theils von Kupfer, theils von Eisen zu schmieden, und solche dann durch Schrauben oder Nieten zu einer Kugel zu verbinden; indeß hat sich immer gezeigt, daß beim Schießen, solche Geschosse den kleinen Ladungen zwar sicher widerstanden, bei größeren Ladungen aber immer zerschellt aus dem Rohr kamen. Wir zweifeln sehr daran, ob es jemals gelingen wird, dergleichen Kugeln aus zwei Hälften hinlänglich widerstandsfähig gegen stärkere Ladungen zu machen, wenn man ihnen nicht eine sehr bedeutende Eisenstärke geben will; letzteres würde aber den sehr wesentlichen Zweck, daß die Hülle durch den verbrennenden Satz glühend werden soll, durchaus widerstreben; große Ladungen sind ferner nöthig, um größere Entfernungen mit hinlänglicher Trefffähigkeit erreichen zu können, und es dürfte aus diesen Gründen die Fabrikation von dergleichen Geschossen aus zwei Halbkugeln niemals zu einem genügenden Resultat führen. Die Aufgabe würde demnach sein, die Hohlkugeln aus Schmiedeeisen aus einem Stück oder im Ganzen darzustellen. Gelingt dies, was bei dem jetzigen Standpunkte der Technik kaum zu bezweifeln ist, dann würde allerdings eine Brandkugel, deren Hülle von Schmiedeeisen, mit dem oben angegebenen warm bereiteten Brandsatz gefüllt, ein vorzügliches Brandgeschoß sein, was auch die glühenden Kugeln ganz entbehrlich machen dürfte.

7) Ueber Schlagzündungen beim Geschütz.

Außer der vom Verf. angegebenen Zündung mit sächsischen Zündhütchen, welche von ihm für die einfachste gehalten wird, sind auch, fast in allen Artillerien Perkussions-Schlagröhren vielfach versucht worden, es hat aber bis jetzt nicht gelingen wollen, dieser Zündmethode eine allgemeine Anerkennung zu verschaffen. Es waren überall zwei Hauptgründe, welche ihre Kriegsbrauchbarkeit bedenklich erscheinen ließen, nämlich:

a) Die Anbringung einer besondern Vorrichtung am Geschützrohr, zum Abfeuern.

Digitized by Google

b) Das Herumspritzen von einzelnen Theilen des Zündungsmittels, was sehr oft ansehnliche Verletzungen der Bedienungsmannschaften des Geschützes herbeiführte.

Man hat vielfach versucht, beide Nachtheile nach Möglichkeit zu vermeiden, ganz ist es aber bis jetzt nirgends gelungen, und man kann mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß die vollständige Beseitigung dieser Uebelstände wohl auch nie gelingen wird, weil sie in der Natur der Sache begründet sind.

8) Ueber Friktionszündung.

Die Friktonszündung vermeidet die Uebelstände der Schlag- oder Perkussionszündung, und schon aus diesem Grunde verdient sie alle Aufmerksamkeit. Man ist jetzt vielfältig damit beschäftigt, diese Zündmethode auszubilden, und die Einfachheit der Sache, wie der Eifer, mit welchen sie allseitig verfolgt wird, verspricht in dieser Richtung die erfreulichsten Resultate.

Die vom Verf. beschriebene Friktionszündung wurde bisher zuerst in der französischen, dann in der Großherzoglich Hessischen Artillerie versucht; andere Artillerien, wie die Hannoversche und die Preußische haben ebenfalls Versuche angestellt, letztere namentlich sehr großartige, und überall fällt das allgemeine Urtheil dahin aus, daß die Friktionszündung an sich allen andern bisher bekannten Zündmethoden vorzuziehen sein, wenn auch noch manches für ihre vollständige Ausbildung geschehen muß. In der Hannöverschen Artillerie hat besonders der Premier-Lieutenant A. Siemens diesem Gegenstande mit großem Glück seine Aufmerksamkeit zugewendet.

9) Ueber Schwefelsäurezündung.

Es wurde eine dergleichen Zündmethode bereits früher in Schweden versucht, welche dem Wesen nach darin bestand, daß in der Schlagröhre selbst sich ein kleines Glasgefäß mit Schwefelsäure gefüllt, und äußerlich mit einem Präparat, welches durch diese Säure entzündlich ist, umgeben, befand; das Abfeuern geschah dadurch, daß man das Glasgefäß zerbrach und dadurch der Schwefelsäure Zutritt zu dem Zündpräparat verschaffte; — diese Methode der Schwefelsäurezündung hat — begreiflicher Weise — keinen Eingang gefunden.

Die vom Verf. vorgeschlagene hat mindestens das große Bedenken vermieden, daß eine Entzündung beim Transport eintreten könnte, dagegen dürfte die Befürchtung einer Explosion in der Hand des Kanoniers, welcher sie einsetzen soll, nicht anz unwahrscheinlich sein, wenn man bedenkt, das der

Digitized by Google

Säuretropfen durch unvorsichtiges Handhaben der Schlagröhre, an dem Draht herablaufend das Zündpräparat zu früh erreichen kann. Jedenfalls aber steht diese Zündmethode der Friktionszündung schon insofern nach, als man noch eines neuen Mittels (der Schwefelsäure) bedarf, um die fertige Zündung in Brand zu setzen, anderer Unbequemlichkeiten nicht zu gedenken, und es scheint nicht, daß sie mit der Friktionszündung jemals wird rivalisiren können.

Schlußbemerkung.

Der Herausgeber vorliegender Schrift des verstorbenen Hauptmann Dr. Meyer hat namentlich in Bezug auf den Gegenstand welcher in dem Buche behandelt ist, mit dem Verf. in vielfacher, sehr inniger Berührung gestanden, und wenn auch manches darin ausgesprochene Wort nicht mit der Ueberzeugung des Herausgebers übereinstimmt, hat er sich doch der Herausgabe um so lieber unterzogen, als die Arbeit des Verf. insofern eine höchst dankenswerthe ist, weil sie zuerst die Feuerwerkerei rein wissenschaftlich behandelt. Jede, auch die geringfügigste Aenderung in dem ursprünglichen Manuscript des Verf. hat der Herausgeber absichtlich durchaus vermieden. Es war das Schicksal — vielleicht die Bestimmung — des Verfassers, überall anzuregen, und wie ihm dies in seinen vielfachen andern Schriften sehr gelungen, wird es auch gewiß durch vorliegende Schrift der Fall sein. Die Bahn ist gebrochen, und die Richtung gezeigt! Mögen sich bald kräftige und berufene Nachfolger finden, welche aufräumen und — planiren! —

E. H.

Digitized by Google

Erklärung der Zeichnungen.

Fig. I.

Die graphische Darstellung der Auflöslichkeit des salpetersauren Kalis (AB), des Chlornatriums (CD), Chlorkaliums (EF). Die horizontalen Abtheilungen geben die Theile Salz, welche sich in 100 Theile Wasser lösen, die vertikalen Abtheilungen geben die Grade-Temperatur nach Reaumur.

Fig. II. und III.

Die Mengtrommeln.

Die Mengtrommel besteht aus den 12 innerlich prismatischen Stäben, welche mit den beiden Endscheiben, in denen die Achse mittelst Kupferbeschlag eingefugt ist, das Gerippe bilden, und dem Lederbezug; der unterste Punkt des Cylinders liegt 2½′ über dem Boden. Unter der Trommel steht ein Gefäß, welches auf Rollen unter der Trommel weggefahren werden kann, und die aus derselben nach beendetem Kleinen oder Mengen herausfallende Substanzen (s. unten) aufnimmt, und nach dem Entleeren wieder untergerollt wird. Das bretterne Gehäuse über der Trommel hat mehrere Klappen zum Oeffnen. In Angouleme sind die Trommeln 3½′ lang und im Durchmesser, sie machen 23 Umdrehungen in

Digitized by Google

der Minute, kleinen Schwefel und Kohle 51 Pfd. in 12 Stunden für Jagdpulver, 200 Pfd. für Kriegspulver, Salpeter und Kohle kleinen sie 260 Pfd. für Jagd- und 550 für Kriegspulver. Sie mengen mit Kugeln aus Pulvermasse in 12 Stunden 100 Pfd. Jagdpulver oder 250 Kriegspulver. Sie bedürfen 2 Pferdekräfte. In le Bouchet haben die Kleinungstrommeln $3\frac{1}{2}'$ Länge, 3,70 Durchmesser, inwendig an der Peripherie sind 12 Hölzer, die 2 Centimen vorstehn, angebracht, sie werden mit einer 0,2′ im Quadrat haltenden Thüre, die mittelst eines Filzrandes sehr fest aufliegt, verschlossen (mit 6 Kupferbolzen), man giebt 40 Pfd. Kohle mit 300 Pfd. 2‴ im Durchmesser haltenden Kugeln ein und mahlt 12 Stunden, dann giebt man 30 Pfd. Schwefel zu und dreht noch 6 Stunden. Beim Entleeren der Trommel setzt man statt der Thüre ein Sieb ein, wo 100 Maschen auf den Quadratzoll kommen. Nun giebt man zu 12 Pfd. des nach der oben angeführten Methode gekleinten Schwefels und Kohle 37 Pf. gröblich gekleinten Salpeter. Die Mengtrommel besteht aus 3 Böden von Eichenholz, die auf einer Achse gleich weit von einander entfernt und mit 12 nach innen scharfkantig (prismatisch) gestalteten Latten benagelt sind. Ueber diese ist ein Leder gespannt. Die Thüre wird aufgeschraubt. In jedes der beiden Fächer bringt man 125 Pfd. Bronzekugeln von 2‴ und 51 Pfd. Satz, und giebt 20—30 Umdrehungen in der Minute.

Nach	1	Stunde	wiegt 1 Ctr.	394 Grammes
	2	.	.	368
	3	.	.	355
	4	.	.	342
	5	.	.	340
	6	.	.	337
	7	.	.	338
	8	.	.	344
	9	.	.	352
	10	.	.	357
	11	.	.	356
	12	.	.	357.

Die Temperatur steigt bis 38° R. Sie mengen in 12 Stunden 100 Pfd. und bedürfen jede 1,5 Pferdekräfte. Sobald das Mengen beendet ist, wo sich die Masse teigig zeigt und mit den Kugeln zusammenbackt, öffnet man die Thüre der Trommel und setzt ein Sieb ein, wo auf 1 Quadratzoll 100 Oeffnungen kommen. Dreht man nun von Neuem, so

fällt der Satz in einen untergestellten Kasten, der ebenfalls aus Latten mit einem Lederbezuge besteht, die Kugeln bleiben in der Trommel, der Kasten hat Füße mit Rollen, er wird herausgerollt und entfernt. Die Trommeln werden, um das Stauben zu vermindern, meist mit einem hölzernen Gehäuse umgeben. In Schweden giebt man ledernen Trommeln vor allen andern den Vorzug, da sie die Kugeln weniger abnutzen, und die Schwingungen des Leders das Anbacken hindern. Hölzerne mit Kupfer gefütterte hat man ganz aufgegeben, weil sie theuer sind, sich stark erhitzen und viel Metall ins Pulver bringen. Man giebt den kleineren 3½′ im Durchmesser haltenden den Vorzug vor den größeren (7½′). Zum Kleinen wendet man blos die kleineren an, und giebt auf 20 Pfd. Material 50 Pfd. Kugeln von 0,04″ Durchmesser, die sich bis auf 0,02″ verkleinern dürfen. In erstere giebt man 120, in letztere 200 Pfd. Satz mit 2½mal so viel Kugeln und mengt 10 Stunden lang bei 19 bis 27 Umdrehungen in der Minute. In Dänemark mengt man erst 5 Pfd. Kohle und 76 Pfd. Salpeter mit 120 Pfd. Kugeln von ½″ Durchmesser, bei 20 Umdrehungen. Nach 4 Stunden kühlt man eine Stunde ab, wobei die Trommel geöffnet wird, dann mengt man noch 3 Stunden. Gleichzeitig werden 20 Schwefel und 18 Kohle mit 114 Pfd. Metallkugeln 5 Stunden gemahlen, dann giebt man 40½ Pfd. der ersten Mengung mit 9½ der zweiten zusammen, fügt hierzu 50 Pfd. Kugeln aus Pulvermasse und mengt 5 Stunden in einer Ledertrommel. In deutschen Fabriken hat man Trommeln mit lederner Peripherie, die 82 Pfd. Satz mit 180 Pfd. ⅓″ starken Bronzekugeln aufnehmen und in 1 Stunde mengen. Die Trommeln haben 5′ Durchmesser und machen 7 Umdrehungen in der Minute. Die Kleinungstrommeln, die gleiche Größe und Umdrehungsgeschwindigkeit wie die Mengtrommeln haben, kleinen 100 Kohle nebst 70 Schwefel mit 100 Pf. 1″ großen Kugeln in einer halben Stunde, in andern Trommeln werden in gleicher Zeit 60 Pfd Salpeter mit 150 Pfd. Kugeln gekleint.

Es ist besonders wichtig, daß die Längenstäbe, welche sich in der Peripherie befinden, und gegen welche die Kugeln schlagen, im Innern so flache Winkel mit der Peripherie bilden, daß sich kein Satz darin festsetzen kann, weil dieser schwer abzulösen ist. Die Achse muß jedenfalls mit Holz belegt sein, so weit sie innerhalb der Trommel liegt.

Es entspricht die erhöhte Kleinung den Kosten nicht, wenn man Ventilatoren anbringt, welche die feinsten Theile

Digitized by Google

aus den Kleinungstrommeln in ein Seitenzimmer blasen. Diese Theile ballen sich wieder und müssen von Neuem gekleint werden, es ist daher vortheilhaft, die letzte Kleinung erst mit dem Mengen gleichzeitig vorzunehmen.

Die Walzmühle. Fig. IV.

Auf einer gemauerten Unterlage liegt eine entweder (für cylindrische Walzen) ganz ebene, oder nach der Mitte schwach geneigten Platte Lagerstein (für konische), von Holz (besonders Eichen- und Ebreschenholz), Stein, Eisen oder Bronze. Der Lagerstein ist ringsum mit einer Holzleiste umgeben, um den an der Peripherie des Lagersteines (der Bahn) ausgebreiteten Satz am Heruntergleiten zu hindern. In der Mitte des Lagersteines befindet sich eine metallene Pfanne, in der der untere Theil des vertikalen Ständers, der um seine Längenachse drehbar ist, eingesetzt steht. Quer durch diesen geht eine starke eiserne Achse, an welcher die beiden Walzen (Läufer) beweglich angesteckt sind, so daß sie 36 bis 48″ auseinanderstehn. Diese Läufer sind ebenfalls von Stein, einer Legirung von Zinn und Zink, Eisen, Kupfer oder Bronze. Sie bilden entweder cylindrische Scheiben oder abgestumpfte bis 2′ lange Kegel (s. oben). Da erstere quetschen, letztere blos drücken, so wendet man die ersteren zuweilen nur zum Mengen, letztere blos zum Verdichten an. Die Läufer laufen zuweilen, indem sie verschieden weit vom Ständer stehn, auf verschiedenen Bahnen, was nicht vortheilhaft ist. Man läßt den Läufern in den Naben Spielung, oder man giebt jedem Läufer eine eigne im Ständer bewegliche Achse, damit die Walze freieren Spielraum hat, wenn sich der Satz an einer Stelle festsetzt. Hinter den Walzen gehn kupferne Streichschienen her, welche den Satz vom Läufer oder Lager abkratzen und in die Bahn zurückführen, besonders vortheilhaft sind die, welche auf die Lager wirken. Haben die Läufer verschiedene Bahnen, so hat der innere einen hölzernen Streicher, der den nach innen gequetschten Satz an den inneren Läufer zurückführt, was der äußere nach außen schiebt, bringt ein Arbeiter auf die innere Bahn. Die auf das Lager wirkenden Streicher sind zuweilen mit Blei beschwert. Die bewegende Kraft theilt sich oben dem Ständer mit.

Ist das Material des Läufers oder Lagers Stein, so muß eine Steinart von mittlerer Härte ohne Einlegung

Digitized by Google

kieselartiger Fossilien gewählt werden. Stinkstein, Kalkstein, Marmor sind die am meisten benutzten. Die Steine saugen, besonders wenn sie durch längere Arbeit rauh werden, das Befeuchtungswasser ein; man muß dann den Satz mehr befeuchten; wenn sich der Satz entzündet, besonders bei noch nicht inniger Mengung, wo die Verbrennung langsam ist, und die Unter- und Ueberlage sich stark erhitzt, so leiden die Steine stark. Man ist bei Steinen als Läufer in Bezug auf das Gewicht gebunden, will man sie sehr schwer machen, so muß man ihnen sehr großen Durchmesser geben, wodurch wieder, wenn sie nicht sehr quetschen und sich bald abnutzen, sollen große Lagersteine, also vieler Raum erforderlich werden. Aus diesen Gründen wendet man in neuerer Zeit fast nur metallene Läufer und meist auch metallene oder hölzerne Lager an.

Die jetzt am meisten gebräuchlichen metallnen Läufer sind selten massive Walzen, sondern bestehn meist blos aus einem massiven Ringe, in dem 4 Speichen und eine Nabe eingesetzt sind. Der Hauptkörper ist jedenfalls in Eisen gegossen, und soll die arbeitende Fläche Bronze sein, so wird ein 3 bis 4″ dicker bronzener Ring über den eisernen geschoben. Das Bronze muß bis 20 Prozent Zinn haben, sonst läuft es sich rauh; es bildet sich dann bald eine Schicht Schwefelkupfer, welche sich fest auflegt und Entzündungen mehr verhütet. Arbeitet das Gußeisen unmittelbar, so darf sich auf der arbeitenden Fläche, nicht die geringste Galle, kein Riß, keine verschmierte und keine mit der Gußhaut versehene Stelle befinden. Die Kanten müssen abgerundet sein. Man hat auch hölzerne mit Bronze-Ringen belegte Läufer (z. B. le Bouchet). Die Läufer haben sehr verschiedene Dimensionen und Gewichte, die Durchmesser sind 3 bis 8′, die Breite 12 bis 20″, das Gewicht von 3000 bis 17000 Pfd. Ist nur ein Stein vorhanden, so muß er sehr schwer sein. Die Umlaufsgeschwindigkeit wird so geordnet, daß sich die Peripherie bis 14′ in der Sekunde bewegt, rasch zum Mengen, langsam zum Verdichten. Man läßt daher etwa 6 bis 14 Umgänge der Läufer machen, so lange der Satz gemengt werden soll, und zuletzt so langsam drehn, daß der Läufer beinah stehen bleibt. In Angouleme giebt das Walzwerk in 10 Stunden 620 Pfd. Jagdpulverkuchen mit 5,5 Pferdekräften, in le Bouchet 1650 Pfd. Kriegspulver mit 3 Pferdekräften. Der Satz, der auf die Walzmühle kommen soll, wird sehr verschieden vorbereitet. Theils mengt man die gekleinten und gemengten Substanzen blos oberflächlich mit

Digitized by Google

der Hand, theils mengt man sie eine kurze Zeit in kleinen hölzernen Trommeln mit Metallkugeln, theils mengt man sie in den großen Mengtrommeln bis zur höchsten erreichbaren Innigkeit. Die Menge Satz, die auf einmal ausgebreitet wird, ist verschieden nach der Länge und Breite der Bahn, der Schwere der Steine, und der Vorbereitung des Satzes. Man giebt nicht unter 30 und nicht über 60 Pfd. Nur wo der Kuchen mehrmals umgemahlen wird, daher auf der Walzmühle blos vorbereitet und auf dem Laminoir fertig gemacht wird, giebt man bis zu 100 Pfd. auf einmal auf. Je schwerer die Steine, je größer die Bahn, je mehr gemengt der Satz schon vorher war, desto größer kann die Satzmenge sein. Man breitet den Satz erst möglichst gleichförmig aus, läßt dann die Läufer langsam auf die Schicht hinaufgehn und giebt dann auch an die Stellen, wo die Walzen gestanden, Satz. Die ersten Umgänge benutzt man den Satz ganz gleichmäßig zu verbreiten und jede leer gebliebene Stelle zu füllen. Die erste Befeuchtung ist zwischen 6 und 9 Prozent des Satzgewichtes. Man läßt den Satz damit 6 Stunden liegen. Der Satz darf nicht zu trocken sein, sonst hängt er sich an die Steine und staubt, wodurch bloße Stellen entstehn, welche Explosionen veranlassen; er darf auch selbst beim Mengen nicht so weich sein, daß er sich vor den Steinen her oder stark seitwärts wegschiebt. Es gehört große Uebung des Arbeiters dazu, durch passende Zugabe von Wasser die Mischung in dieser Konsistenz zu erhalten, indem je nach der Feuchtigkeit der Luft, der Temperatur, der Art der Läufer, Geschwindigkeit des Ganges und der vorrückenden Mengung und Dichtigkeit des Satzes diese Zugaben verschieden ausfallen. Je länger das Walzen dauert, desto weniger Wasser bedarf der Satz, um die erforderliche Konsistenz zu haben. Bei 1¼ Stunden Walzzeit bedarf der Satz 3 bis 3½ Prozent Wasser zur gehörigen Konsistenz, nach 5 Stunden Walzen bedarf er nur 2 Prozent. Beim Verdichten kann der Wassergehalt auf ½ Prozent herabsinken. Die Satzschicht wird um ¾ dünner. Die Zeit, welche erfordert wird, dem Satze die gehörige Mengung und Dichtigkeit zu geben ist natürlich je nach der Größe des Ganges, nach der Mengung, welche der Satz schon hatte, u. s. w. verschieden, sie schwankt zwischen 2½ bis 9 Stunden. Die Zahl der Umdrehungen, die auf einen Satz kommt, differirt von 200 bis 5000.

Ist die Bearbeitung eines Satzes beendet, so nimmt man allen Satz mit einer kupfernen Schaufel in ein Ge-

Digitized by Google

fäß, befeuchtet die Bahn, schiebt dicht an die Läufer ein dickes Stück Leder, läßt die Läufer langsam angehn bis sie auf den Boden stehn, hält dann an und nimmt die Pulverkuchen, auf den die Läufer standen, fort.

Die Cylinderpresse. Fig. V.

Das Laminoir (die Cylinderpresse) besteht aus drei Walzen, die obere ist sehr schwer von Gußeisen mit Kupferbedeckung, die mittlere von Holz, die untere ganz von Kupfer. Ein Tuch ohne Ende geht durch die beiden oberen Walzen, auf diesem befindet sich die fast trockene Satzschicht, welche aus einem unten offenen Kästchen kommt, worin der Satz durch ein Gewicht auf die Leinwand festgedrückt wird. Die vordere Seite des Kästchens reicht nicht ganz bis auf die Leinwand herab, so wird die Dicke der Satzschicht ($^1/_{12}$") regulirt. Die Walzen erhalten ihre Bewegung durch einen Laufriemen von unten, und drehn sich in 3 Minuten etwa 1mal um, der Kuchen wird auf $^1/_4$ verdichtet, bricht von selbst vor den Walzen ab, und fällt in ein unterstehendes Gefäß. Der Druck der oberen Walze auf die untere ist 1100 Pfd. auf den Quadratzoll.

Das Laminoir giebt pro Stunde 145 Pfd. Kuchen und bedarf 1,4 Pferdekräfte.

Das Körnsieb. Fig. VI.

Die Körntrommeln Fig. VII. und VIII.

Der Schleif- oder Polirapparat für die Körner. Fig. IX.

Bayerische Staats-Bibliothek München

Digitized by Google

F. Weidle's Buchdruckerei, Spandauerstr. Nr. 19.

Digitized by Google